No. 4.

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

JUL 26 1951

日本水產學會誌

第十六卷　第四號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 16, No. 4, 1950

目　次

寒天ジエリーの强度について（其の三）……谷井　潔——1
千曲川カジカの生態調査　才1報　棲息狀況と產卵に就て……小山　一——5
溜池の生產增進に關する研究
　溜池水生植物の生產量と魚類生產との關係に就て……中村一雄　13
瀨戶內海におけるイワシの漁況について（才1報）漁獲高の永年變化……土井長之——18
アサクサノリの胞子の放出，浮游及び着生（海藻胞子付けの研究　才9報）……須藤俊造——23
魚鱗箔の研究……小幡弥太郎・五十嵐久尙・石田昌男——27
魚鱗箔の研究　才2報「トマトサーデン」中の魚体染色の一因に就て
……小幡弥太郎・五十嵐久尙・石田昌男——31
魚肉鮮度の簡易測定法に關する研究　才3報
　p-キノンによる呈色反応の定量への応用……小幡弥太郎・石田昌男——33
鯨油色素に關する研究　才二報　色素抽出に就いて
　i）苛性ソーダに依る抽出……向井五三——37
曳網の中に於ける魚群の活動……大島泰雄——41
電気漁網の研究（才1報）
　—有效周波数の選定に就て—……黒木敏郎——51

昭和二十五年

日本水產學會

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

Japanese Society of Scientific Fisheries
c/o Tokaiku Suisan Kenkyujo,
Tsukishima, Kyobashi, Tokyo, Japan

CONTENTS

Pages

The Strength of the Japanese Agar-Agar Gel. III
Effect of washing gel K. TANII..... 1

Ecological Studies of *Cottus pollux* Günther in Chikuma River.
I. On Living Condition and Breeding Habits H. KOYAMA..... 5

On the Relation between the Increase of the Fishes
and Water-Plants in the Pool K. NAKAMURA.....13

On the Fishery of "IWASI" in the Inland-Sea
(I) The Secular Variation of Yield T. DOI.....18

Shedding, Floating and Fixing of the Spores of *Porphyra tenera*
S. SUTO.....23

Studies on the Iridescent Substance of Fish Scales
Y. OBATA, H. IGARASHI & M. ISHIDA.....27

Studies on the Iridescent Substance of Fish Scales
2. On a Cause of the Spoilage of Fish-Meat in the Canned
Tomato-Sardines
Y. OBATA, H. IGARASHI & M. ISHIDA..... 31

The Color Reaction Method for the Judgement of the Fishmeat-Freshness
3. Application of the Color Reaction of p-Quinone induced by the
Putrefaction Products of Fish-Meat to the Quantitative Determination
of the Fish-meat Freshness
Y. OBATA & M. ISHIDA.....33

A Study on Pigment of Whale Oil
2. The Extraction of Pigment
i) The Extraction by Sodium Hydroxide I. MUKAI.....37

An Experiment on the Behaviour of Fishes toward
a Drag-net Y. OHSHIMA.....41

Study on the Electric Fishing-Screen. I On the
Selection of Effective Frequencies T. KUROKI.....51

寒天ジエリーの強度について* (其の三)

The Strength of the Japanese Agar-Agar Gel. III

Effect of washing gel

谷 井 潔 K. TANII

(東北海区水産研究所)

Recently in the process of the agar manufacture, sometimes it is necessary to wash the agar gel. The three ways of processing agar gel got from the same boiling have been here discussed.

The processes are as follows:

(1) The agar gel is frozen, thawed with water, centrifuged, air-dried with fan, and thus is made to the agar.

(2) The agar gel is frozen, thawed naturally (not with water), air-dried with fan, and thus is made to the agar.

(3) The agar gel is washed with water, centrifuged, frozen, thawed with water, centrifuged again, air-dried with fan, and thus is made to the agar.

The experiments have been repeated three times, I, II and III, and their results are summarized in the Tables 1 and 2.

In the Table 3, the data of the strength of jelly of the agar gel (2 %) made from the agars I, II and III, respectively, are shown. (cf. Bull. of the Japanese Society of Scientic Fisheries. Vol. 13, No. 6, p 245, 1948)

As the relation between the concentration and the strength of agar gel was estimated in the previous report (cf. Bull. of the Jap. Soc. of Sci. Fish. Vol. 15, No. 8, p 398, 1949), in the Table 4, the essential agar yields (A×B) of the two processes 1 and 3 were compared. (A) is the agar gel concentration expressed as agar B in Table I of the previous report No. II, according to the strength of jelly of 2 % agar gel (1) and (3).

Apparently (1) and (3) have the remarkable differences in the strength of jelly, T/0, Tc, and apparent yield (B), but there are little differences in the product (A×B).

These results mean that their essential agar yields are not different even though the apparent yields got by the two processes are not same.

最近寒天原藻より寒天質の抽出を行う際に心太の水洗を行う場合がある。

心太水洗の工程が，製品である寒天より作られるジエリーの強度に及ぼす影響について実験を行い，その結果について報告する。

試料原藻として伊豆須崎産天草風乾物を使用した。原藻よりの寒天製造工程は次の通りである。

試料 375 gr を流水中 (水温 12.6°C) で洗滌する。17 時間後水切りし 10 L の水を沸騰させて草入を行い 5 分後 2 N H_2SO_4 12 c.c. を 100 c.c. に稀釈して加え沸騰 10 分後に沸騰が止む程度に火力を弱め，3 時間後に蒸発した水分を沸騰水にて補充し，8 時間後に濾液を取る。煮熟に使用した煮熟釜の用式は第二報[1] に報告したものと同じである。

心太液收量 8 L. 液温 85 C。心太液は放冷凝固を俟つて 4 $\overline{mm^2}$ に 天つきを行い之を No. I. 1,

(昭和 25 年 3 月 10 日受理)

* 昭和 23 年 7 月水産学会例会発表。 東北海区水産研究所業績 才 4 号

1) 日本水産学会誌 第 15 巻 第 8 号 p 397. (1949)

No. I. 2, No. I. 3 に三分する。

この心太の 105°C に於ける水分蒸発後の恒量固形物は心太に対して 1.46 % であつた。

No. I. 1 の寒天ゲルを冷凍庫（−6°C）中で凍結させ，凍結後心太と同量の水を加え 4 時間後に於ける液温は（+1.8°C）であつたが，之をバスケット型遠心分離機にて脱水し，分離液は蒸発乾固後恒温（105°C）となし，寒天ゲルに対して可溶性固形物 0.19 % を，又遠心分離後の融解心太は風乾して寒天分 1.52 %（無水寒天分として 1.20 %）を得た。

No. I. 2 の寒天ゲルは No. I. 1 と同様に冷凍庫にて凍結後，冷凍庫の運転を止めて自然融解させ，融解心太は遠心分離を行い，分離液は融解流と合して，No. I. 1 の場合と同様に処理して寒天ゲルに対して固形分 0.23 % を得，又遠心分離後の融解心太より風乾寒天 1.58 %（無水寒天分として 1.23 %）を得た。

No. I. 3 は寒天ゲルを冷凍する前に同量の蒸溜水を加えて 2 時間放置後（水温 17°C）遠心分離を行い，分離後の心太は凍結させる。凍結した心太は更に同量の蒸溜水を加えて融解させ，融解液は前の遠心分離液と共に湯煎上で蒸発乾同させ 105°C で恒量とした。固形分の初めの寒天ゲルに対する歩留は両者合せて 0.32 % であつた。融解心太は風乾し，初めの寒天ゲルに対して収率 1.38 %（無水寒天分として 1.08 %）であつた。

実験番号 I の如き実験を更に 2 回行つて，それぞれ実験番号を II, III とする。

原藻の水洗時間，濃度，煮熟時間等に若干の差があるけれど実験 II 及び III に於て原藻より抽出して得られた寒天ゲルをそれぞれ三分して（1），（2），（3）とし実験 I に準じて

（1） 寒天ゲル→凍結→加水融解→遠心分離→風乾→寒天。

（2） 寒天ゲル→凍結→自然融解→風乾→寒天。

（3） 寒天ゲル→加水精製→遠心分離→凍結→加水融解→遠心分離→風乾→寒天。

の諸工程に依る寒天を作り，それぞれ II 1, II 2, II 3, III 1, III 2, III 3 とし，之等の寒天の初めのゲルに対する収率をまとめて溶解性固形分の歩留と共に第一表に表記する。

Table. 1. The yields of agar and water soluble solid from the same boiling gel

Nos.	the yield of agar (%)	water soluble solid (%)	total (%)
I 1	1.20	0.19	1.39
I 2	1.23	0.23	1.46
I 3	1.08	0.25 a 0.07 b	1.40
II 1	1.08	x_{II1}	1.08+x_{II1}
II 2	1.06	0.22	1.28
II 3	0.93	0.25 x_{II3}	1.18+x_{II3}
III 1	1.02	0.17	1.19
III 2	1.00	0.20	
III 3	0.88	0.28 c 0.06 d	

表中溶解性固形分の項中 a, c は凍結に先立つて寒天ゲルと同量の蒸溜水を加える事に依り浸出された溶解性固形分の寒天ゲルに対する歩留りであり，b, d は凍結心太を更に水洗する事に依り浸出された溶解性固形分の初めの寒天ゲルに対する歩留りである。

即ち前者 a, c は後者 b, d に対して著るしく大である。

猶 x_{II1}, x_{II3} はそれぞれ融解工程を流水中に於て行つたので溶解性固形分の歩留は得られなかつた。

猶第一表に於て各実験に於ける無水寒天分と溶解性固形分の収量の比を両者の和を 100 とし

て比較すれば第二表の如くなる。

即ち I, II, III を通じて (1), (2), (3) の順で無水寒天分の收率は減少し溶解性固形分の收率は增加する傾向が見られる。(1), (2), に比して (3) は特に寒天の收率は減少している。然しこの (3) の寒天の收率が (1), (2) に比して実質的に減少しているか否か，換言すれば寒天中に含まれる溶解性の部分が寒天ジエリーを作つた場合に，そのジエリーの强度にどの程度影響するかを知る爲に実際にジエリーを作りその强度を測定した。

I, II, III の各実驗を通して，得られた寒天風乾物よりそれぞれ第一報[2]に準じて 2% ゲルをつくり各試驗片について，その形狀の彈性係数 T/θ, 破挫荷重 Tc, 捩りの角度 θc を測定した。その結果は第三表の如くであつた。

表中 T/θ, Tc, θc の値は母平均の存在範囲を 0.95 の信頼度で各 6 回の実驗値から算出した。

計算の結果ジエリーの强度を示す諸要素中 T/θ, Tc について (1)(2) では必ずしも差はあるとは云えなかつたが，(1) (2) と (3) では明らかな差が算出され，

Table 2. The percentages of agar and water soluble part, when their sum is assumed 100%

Nos.	agar (%)	water soluble solid %
I 1	86.3	13.7
I 2	84.2	15.8
I 3	77.1	17.9 5.0
II 1	—	—
II 2	82.8	17.2
II 3	—	—
III 1	85.7	14.3
III 2	83.3	16.7
III 3	72.1	23.0 4.9

Table 3. The factors showing the jelly strength of agar gel 2%

Nos.	T/θ	Tc	θc	H_2O % of sample agar
I 1	3.26±0.28	60.7±4.6	18.5±2.3	20.9
I 2	3.48±0.33	57.7±5.8	17.1±3.1	22.2
I 3	4.20±0.18	77.5±3.1	18.3±1.2	21.5
II 1	3.08±0.34	38.3±3.9	12.4±0.62	24.0
II 2	3.16±0.2	38.0±2.4	11.8±0.7	23.9
II 3	4.18±0.23	48.9±4.6	11.9±1.1	23.4
III 1	3.30±0.14	40.5±2.9	12.4±0.99	23.1
III 2	3.54±0.23	42.9±3.9	12.2±0.54	22.8
III 3	4.34±0.25	55.0±3.5	12.7±1.0	23.3

(1) (2) に比し (3) の T/θ, Tc は大である。

又 θc は I と II, III では差はあるが，同一の心太を三分した (1) (2) (3 では必ずしも差はあると

2) 日本水產学会誌 第 13 卷第 6 号 p 245 (1947)

は云えない。

猶表中の水分は寒天風乾物の含水量（%）である。

著者は第二報に於ける Table. 1 に於て寒天ゲルの濃度と T/θ 及 Tc との関係を明らかにした。

次の第四表に於て今回の実験に於て I, II, III を通じて差の明らかな (1) (3) の 2% ゲルの T/θ, Tc に相当する寒天ゲルの濃度をこの第二報の Table 1 の B を標準として求めて〔A〕項に示す。又その寒天の実際の收率を第一表から求めて〔B〕項で示せば〔A×B〕に依り (1) (3) の寒天についてその実質的の收率を比較し得る。

Table 4. The comparison of the essential agar yields

T/θ	Nos.	〔A〕	〔B〕	〔A×B〕	Nos.	〔A〕	〔B〕	〔A×B〕
	I *1*	1.97	1.20	2.36	I *3*	2.14	1.08	2.31
	II *1*	1.94	1.08	2.09	II *3*	2.13	0.93	1.98
	III *1*	1.98	1.02	2.02	III *3*	2.16	0.88	1.90
Tc	Nos.	〔A〕	〔B〕	〔A×B〕	Nos.	〔A〕	〔B〕	〔A×B〕
	I *1*	2.40	1.20	2.88	I *3*	2.67	1.08	2.88
	II *1*	2.02	1.08	2.17	II *3*	2.2	0.93	2.05
	III *1*	2.05	1.02	2.09	III *3*	2.3	0.88	2.02

(A): The agar gel concentration expressed as agar B in Table 1 of the previous report (cf. Bull. of the Jap. Soc. of Sci. Fish. Vol. 15, No. 8, p 398, 1949) according to the strength of jelly of 2% agar gel (1), (3).
(B): The apparent yields of agar.

T/θ, Tc について〔A×B〕を (1) と (3) で比較してみると (1) (3) の差は T/θ, Tc 共に危険率 5% で有意とは云えない。

即ち原藻より抽出した心太を上記の條件で水洗した場合に見掛上の寒天の收率に差があつても，得られる寒天実質收率には差はあるとは云えない。

従つてこの実驗條件で心太を水洗する事に依り失われる可溶性固形分はジエリーの強度を決定する要素中 T/θ, Tc には関係するとは考えられない。

総　括。

寒天心太を水洗する工程を採用する事に依り，製品である寒天からつくられるジエリーの強度に及ぼす影響をしらべた。その結果，水洗に依り見掛上の寒天收量は減少する。然し同一濃度ゲルの形狀の彈性係数，破挫荷重は增加する。これ等のジエリーの強度を表現する要素を考慮に入れると，実質的の收量は水洗に依つて減少するとは考えられない。

従つて寒天製造上質に重点を置く場合には心大の水洗工程を取入れるべきであり，收量に重きを置く時は心太の水洗はなるべく避けるべきである。

本実驗に際して終始多大の御配慮を賜つた花岡資博士に厚く感謝の意を表する。

千曲川カジカの生態調査

第1報 棲息狀況と產卵に就て*

Ecological Studies of *Cottus pollux* Günther in Chikuma River.

I. On Living Condition and Breeding Habits

小山 一 H. KOYAMA

(淡水区水產研究所上田支所)

Cottus pollux Günther cannot live in some parts of Chikuma River on account of the polluted water or lack of the water caused by power plants. Its breeding in this river occurs from early February to the middle May, and the temperature of water during the season stands 4.0—10.5°C at 10 a.m. The eggs are laid under the flat stones in the rapid stream. The number of the eggs one fish contains is in proportion to the body length, and the breeding is done about 3 times during the season. When the body is 10.5 c.m. long on the aw average, it breeds about 300 eggs a time, and the diameter of the eggs laid under the stone is 2.9—3.3 m.m. The color of the eggs is mostly light orange.

千曲川の中部「信越線上田より小海線海の口附近」の区域に於てカジカの生態につき研究している。其中カジカの棲息狀況と產卵習性の一部につき報告する。千曲川の一部には水質の汚濁と水力発電の爲に水が少ないのでカジカが棲息しない。千曲川に於けるカジカの產卵期は 2 月上旬～5 月中旬であり，当時の水溫は 10 h, 4.0～10.5°C で，瀨のある場所の扁平石の下に產卵附着する。孕卵数は魚体の大さに比例し，產卵は 3 回位に分けて行われる。カジカの平均全長が 10.5 cm. で 1 回に約 300 粒位產卵し，石に產み附けた卵の大さは直径 2.9～3.3 mm. である。卵色は大部分のものが薄い橙色である。

目 次

I. 千曲川本流中『信越線上田より小海線海の口に至る区域内に於ける』カジカの棲息狀況(イ)上小漁業会地区，(ロ) 東信漁業会地区，(1) 濁川の影響，(2) 発電所設置に依る影響，(3) 湯川の土砂流出に依る影響，(4) 濫獲に依る影響，(ハ) 南佐久漁業会地区，(ニ) 南佐久南部漁業会地区。

II. 材料の採集と処理。 III. 漁具及漁期。 IIII. 漁期に依る雌，雄比の変化と雌雄による大さの相違。 V. 產卵期。 VI. 產卵狀況と着卵狀況。 VII. 產卵水溫。 VIII. 孕卵数。 IX. 体重と生殖腺重量。 X. 卵の大さ，產卵回数粒に產卵数。 XI. 卵色。 XII. 摘要。

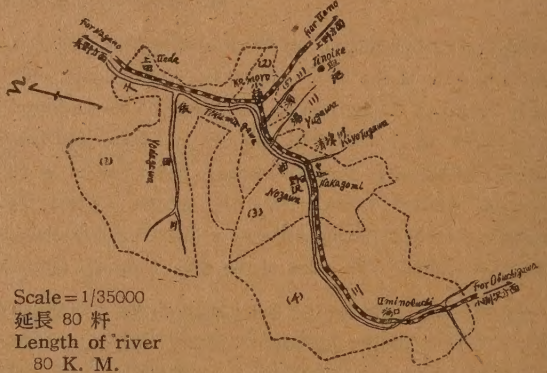
I. 千曲川本流中『信越線上田より小海線海の口に至る区域内の』カジカの棲息狀況，千曲川に於けるカジカは年々漁獲高が減少して来た。調査区域に於けるカジカの棲息狀況を便宜上漁業会地区に区分して述べる事とする。

(イ) 上小漁業会地区；上流に発電所が設置された爲流水量が日夜一定せず時刻に依つても異る狀態だから魚類の棲息に適する場所が少くなり，カジカも逐次減少の一途をたどりつゝある。(ロ) 東信漁

(昭和 25 年 1 月 26 日受理) * 淡水区水產研究所業績 才 号

業会地区；約 10～15 年前までは最も多くカジカの漁獲された地方で，名物カジカ料理で有名であつた北佐久郡中津村塩名田附近もこゝ 10 年来全くカジカの棲息せぬ様になつた。(1) 濁川の影響；浅間山麓血の池より流出する水が其のまゝ本流に流入しカジカの棲息場所及産卵床を荒廃せしめる。即ち約 10 年程前迄は濁川に沿つた村落（北佐久郡小沼，南大井，岩村田，中佐都，三岡村）の水田に多期「多水」用と称してこの濁川の水を引水した爲，濁川の鉱物質及汚物は水田に沈殿し，本流に分流したから棲息場所は勿論産卵床になる大石，小石等は汚濁されず，合流点は言うまでもなく，下流に於いてカジカは産卵繁殖していた，それが多期間水田にこの濁川の水を引用する事は稻作に害のある事が知られたので最近では水田に引水しない様になつた。従つて濁川の水は血の池から直接本流に流出する様になり

Fig. 1 Sketch-map of upper province of Ueda of the Tikuma River.
第 1 図，上田附近より上流河川略図.



(1) 上小漁業会地区
Jiyosiyogiyogukaichiku
(2) 東信漁業会地区
Toshingiyogukaichiku
(3) 南佐久漁業会地区
Minamisakugagukaichiku
(4) 南佐久南部漁業会地区
Minamisakunanbugagukaichiku
(5) 濁 川
Nigorikawa

Scale＝1/35000
延長 80 粁
Length of river 80 K. M.

Table 1. Analysis of water at the source of Nigorikawa.

第 1 表 濁川源泉の水の分析

Total solid residual.	昭 9. 10. 15 1934. 10. 15	昭 10. 4. 26 1935. 4. 26	昭 10. 6. 12 1935. 6. 12
蒸発残滓	470 m.g/l	473 m.g/l	540 m.g/l
pH. 水素イオン濃度	5.95	5.74	5.86
Fe. 鉄	83.0	77.3	90.0
Al. アルミニューム	37.2	—	14.2
Mn. マンガン	4.4	0.8	1.3
Ca. カルシューム	64.6	78.3	64.7
Cl. 塩素	14.2	12.5	13.4
SO_4. 硫酸	53.9	48.1	49.1
SiO_2. 硅酸	95.7	73.5	30.7
H_2S. 硫化水素	0.2	0.05	0.94
CO_2. 炭酸瓦斯	—	—	74.8

Table 2. Average elements of water of 19 rivers in the world.

第 2 表　世界一九大河の成分の平均量

Element. 成分	Quantity. 分量	Element. 成分	mg/l Quantity. 分量
Total volume of solid. 固形物全量	168.65	Cl. 塩素	3.70
鉱物質全量 Total volume of mineral matter.	152.97	Na_2O. 曹達	7.10
Organic matter. 有機物	16.40	K. 加里	2.40
Li_2O. 酸化リチウム	0.20	Mg. マグネシヤ	14.70
CaO. 石灰	43.20	Fe_2O_3. 酸化第二鉄	2.80
MnO. 酸化マンガン	1.20	CO_2. 炭酸	46.00
Al. アルミニューム	3.10	SO_4. 硫酸	8.00
HNO_3. 硝酸	0.81	SiO_2. 硅酸	16.40
P_2O_5. 燐酸	0.30	NH_4. アンモニア	0.07

カジカの棲息場所及産卵床となる場所は汚濁され，カジカの産卵繁殖は阻害される様になり，又其の附近には他の魚類も棲息せぬ様になつた。濁川源泉に於ける水を野口三雄氏[1]が分析した結果は第1表の通りで，第 2 表* の世界 19 大河水の成分の平均量とを比較して特に目立つた相違は 19 河水の硫酸は 8.00 mg/l, 濁川では 53.9mg/cl である。八木貞助氏の浅間火山に依れば濁川には硫酸鉄が多量に含有されている。そしてこの褐鉄鉱が沈殿して産卵床を汚濁しているのである。(1). 発電所設置に依る影響；昭和 3～4 年頃東信電気会社が小諸，島ヶ原両地籍に各々発電所を設置し，取入口を北佐久郡高瀬村今井地籍内に設備した爲千曲川本流はこゝで全水量の 80～90％が取水される事になり工事竣工後は今井の取入口より下流島ヶ原発電所放水路までは水量少なき爲に夕立又は降雨出水の際河水は濁り，両岸より流入する泥水と相俟つて砂，小砂利等の沈積により産卵床を荒廃せしめた。発電所工事竣工後 4～5 年はカジカの漁獲もあつたが逐次減少し，現在にては全く棲息を見ない様になつた。(3). 湯川の土砂流出に依る影響；湯川は水量少なき上に上流(北佐久郡伍賀村地籍)に長野電燈会社の発電所設置により流水量が絶えず一定せず，從つて土砂が著しく流出し，小諸，島ヶ原両発電所に依る影響と同様に産卵床は埋まつて現在の狀態になつた。(4). 濫獲に依る影響：水量の減少せぬ前は專業者が「筌」を本流に設備して漁獲する外一般の者には漁獲されなかつたのであるが発電所用取水の爲に千曲川本流の水量減少したのを幸いに專業者は勿論業者以外の者及子供にいたるまで本流に出入する様になり「石コデ」又は「川乾」等に依り漁獲出来る能力限りの漁獲するに到り遂に減少をせしめた。(ハ). 南佐久漁業会地区：上流に日本発送電及中部配電両系統の発電所が2～3カ所あるが一旦取水したる水も直ぐ千曲川に放水されるので当地区内に於いてはカジカの棲息に影響なく，從来漁獲の多かつた臼田町，中込町両地籍には現在も多く漁獲され発電所設置前と大差ない。尤も昭和 20 年 9 月に於ける洪水以来漁獲量は減少しているがこの理由は洪水に依り産卵床が荒廃せしめられた爲であろう。從来一度河床の変化を来せば 2～3 年は漁獲なきを常とするが，其の後 2～3 年には再び相当量の漁獲があるのが普通である。(ニ). 南佐久南部漁業会地区：上流の数カ所に発電所が設置されているが山間部の激流で降雨出水の爲

(1) 八木貞助：浅間火山. 1937.

* 藤田経信：水産蕃殖学. 1933.

に水質の汚濁される期間少なく，冷水性魚類には最適であり，カジカの棲息にも勿論よく，多く繁殖している場所は小海線海の口駅附近である。即ち千曲川中調査区域に於けるカジカの現在の棲息状況は上流（南佐久，南佐久南部両漁業会地区）には従来通りの繁殖をして居り，東信漁業会地区は中断され棲息しないが，下流（上小漁業会地区）には減少は従来よりして居るが棲息繁殖はしている。

II. 材料の採集と処置：昭和 22 年 3 月以来長野縣野沢町の郊外野沢橋附近に於て「筌」に依り漁獲したものを直ちに 5% フオルマリン液にて固定し，持ち帰つて調査したものである。

III. 漁具及漁期：調査区域の延長約 80 粁，山梨縣界に及び共同漁業会数十あり，この区間で使用されている漁具は「筌」及「ヤス」等である。漁期は上小漁業会地区の下流より始まり例年なれば節分の頃から親カジカが漁獲され，3 月中旬を盛期として，次第に漁獲は減少し，3 月下旬で漁期を終る。南佐久漁業会地区では 2 月下旬より親ガジカが漁獲せられ，3 月下旬が漁獲の最盛期で以降漸次減じ，4 月中旬まで少量ながら漁獲はあるが，5 月上旬には捕れなくなる。南佐久南部漁業会地区では専用漁業権を有し，カジカの漁期は産卵期を除いた 5 月下旬～10 月下旬までで「ヤス」に依り漁獲されている。

IIII. 漁期による雌，雄比の変化と雌，雄による太さの相違：漁獲されるカジカの雌雄の割合は第 3 表の如く最初に雄が多く漁獲され，次いで雌の孕卵せるもの，雌の熟卵を持つもの，雌雄大小混つたものが漁獲されて，更に雌のみ漁獲されて後に漁獲が終るものであるから，それに依り産卵期の状況を推知

Table 3. Variation of ratio of male to female in fishing season.
第 3 表 漁期による雌雄比の変化

Date of sampling. 採捕月日	Numbers of catched fishes. 漁獲尾数	♀ 雌，♂ 雄 区分 ♀雌 尾	%	♂雄 尾	%	Notice. 備考
3. 13	55	26	47. 2	29	52. 8	
3. 20	72	48	66. 6	24	33. 4	Immature egg. 未熟卵
3. 27	42	25	59. 5	17	40. 3	Eggs about 2.5mm in diameter. 大部分2. 5 mm. 内外の卵を孕卵せるもの
4. 2	54	38	70. 4	16	29. 6	熟卵 Mature egg.
4. 18	20	14	70. 0	6	30. 0	Male and female mixed, size unequal. 雌，雄大小不同のもの
5. 2	13	13	100. 0	0	0	Spawning mostly finished. 大部分産卵済

する事が出来る。産卵期に漁獲される雌，雄魚体の大さによる尾数を百分率で示すと第 4 表の如く，雌の全長平均は雄に比し小である。この点は岡田博氏[2]の報告されている北海道千歳川のものと同様であるが千曲川の採集区域（野沢橋附近）でのカジカは雌，雄共に北海道千歳川のものに比し小形である。

V. 産卵期：上小漁業会地区内（上田市附近）では 2月上旬～3 月上旬，南佐久漁業会地区内（野沢橋附近）では 3 月上旬～5 月上旬頃，南佐久南部漁業会地区内（海の口駅附近）では 4 月上旬～5 月中旬頃まで，上流になるほど時期が遅れる。 VI. 産卵場所と着卵状況：卵は粘着卵で瀬にある，砂の少い場所の大石（直径 30 cm.）又は小石（直径 10～15 cm.）の下面に塊状をなして産附けられる。著者の実査に依れば少ないものは 320 粒，多いもので 1800 粒であつて産卵直後は石より非常に剝がれ易いが数日すれば粘着力が強くなり容易に剝がれない様になる。然して雌は産卵した後は直ちに他に移動をし，雄のみ絶えず産み附けた石の穴の空所で卵を保護している。産み附ける石の下面が扁平なれば石

(2). 岡田博：カジカの産卵習性．動物雑誌，48 号，1936.

Table 4. Variation of size of male and female in fishing season.

第4表 漁期による雌雄大さの相違

Total length 全長 in cm.	♀ 雌 %	♂ 雄 %
7.5 ~ 8.4	5.7	—
8.5 ~ 9.2	20.1	—
9.5 ~ 10.4	19.5	—
10.5 ~ 11.4	26.1	3.7
11.5 ~ 12.4	22.1	38.5
12.5 ~ 13.4	3.7	45.5
13.5 ~ 14.4	—	12.3
Average of Total length. 平均全長	10.5 cm.	12.7 cm.
Totale number. 總尾数	153 N. 尾	82 N. 尾

Table 5. Temperature of water in spawning season.

第5表 産卵期に於ける水温観測

Station, 10 meter upper from Nozawa Bridge, right bank.

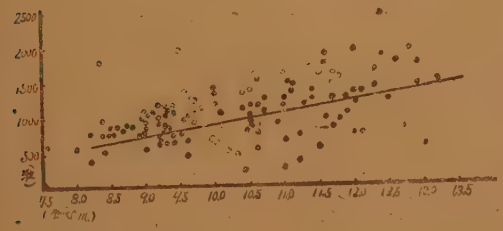
野沢橋上流 10 米の地点（右岸）

Date 月 日	Time. 時 刻	Temperature of atmosphere 気 温	Temperature of water. 水 温
3. 13	10. 00	5. 9°C	4. 0°C
3. 13	15. 20	7. 6	7. 3
3. 20	10. 00	8. 5	7. 1
3. 27	〃	4. 5	5. 7
4. 2	〃	11. 3	9. 3
4. 12	〃	9. 0	9. 3
4. 18	〃	12. 7	10. 5
5. 2	〃	7. 5	10. 5

の大小に制限がなく産み附ける。着卵面積は 1 尾放養のものでは 3.5～4.0 cm, 2尾放養のもの 4.5～5.0 cm., 5 尾放養のもの 7.5～8.0 cm であつた。天然の河川では何尾宛産卵するかは不明である，着卵面積より判断して，大きいものは数多くのものが産卵するものであろう。小石（10～15 cm）の下面にも産卵する事は岡田氏の報告と異る処である。VII. 産卵水温：産卵期に於ける水温観測は第5表の通りである。即ち材料採集場所（昭和 22 年）3 月 13 日～5 月 2 日 A.M 10 の水温は 4.0～10.5°C であつた。岡田氏や田村正氏[3] の研究では正午で 9.C°C 或は 7.0～9.0°C と報告されているが著者の

Fig. 2 Relation of the number of eggs in a ovary to the total body length of Cottus Pollux Gunther.

第 2 図. カジカの全長と孕卵数との関係.



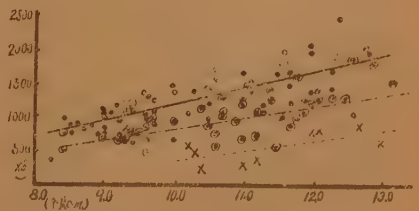
(number of eggs.)
(total body length.)

Fig. 3 Relation of the number of eggs in a ovary to the total body length catched monthly.

第 3 図. 採集月別全長と全孕卵数との関係.

凡例 ·——— 3 月. March.
◉—·— 4 月. April.
×------5 月. May.

Notice.



(number of eggs.)
(total body length.)

(3) 田村正：カジカの研究，水産学会報，第 7 巻，第 3 号 1937.

実験では 10 am で 3.2～10.2°C で産卵し産卵水温の範囲は岡田，田村両氏の報告と異つている。千曲川に於ける正午の水温は最近 5 カ年の平均では 10 am の水温よりも 0.5～1.3°C 高い。 VIII. 孕卵数：全長に比例して全孕卵数は多くなり，第 2 図及附属別表の示す如き傾向にある。

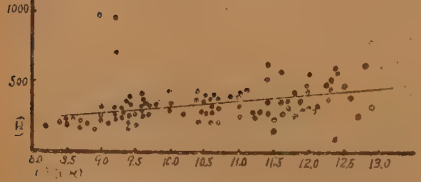
又産卵期に漁獲されるカジカを月毎に分けて全長と全孕卵数との関係を見ると第 3 図及別表の示す如く産卵期の移行するに従い孕卵数が少くなつてくる。即ち全長 10.0 cm. 大のものについて見るに 3 月には 1200 粒，4 月には 800 粒，5 月には 350 粒と孕卵数が少なくなつて居り産卵が月を追うて順次何回かなされたものと推察される。（この材料を漁獲した地点は野沢橋を中心として上流 300 m. 下流 400 m の間である）。 IX. カジカの体重と生殖腺重量：第 6 表に示す如く (a). 雌の平均体重に対す

Table 6. Relation between the weight of body and of gonad.
第 6 表 体重と生殖腺重量との関係

Total number. 総尾数	♀, ♂ 雌雄	Average of total length 平均全長	Average of weight. 平均体重	Average of gonadweight 生殖腺平均重量	Relation between average weight of body of gonad. 平均体重に対する生殖腺重量の割合	Average weight of a pair of gonad. 生殖腺左右平均重量
153	♀ 雌	10.54(cm)	20.60(gr)	4.37(gr)	20.6(%)	左 L. 2.18 (gr) 右 R. 2.17 (〃)
82	♂ 雄	12.65 〃	37.80(〃)	1.32(〃)	3.4(%)	左 L. 0.65 (〃) 右 R. 0.63 (〃)

る卵巣重量は平均 20.6%，雄の平均体重に対する精嚢重量は平均 3.4%で，漁期の推移に依る魚体の相違は認められなかつたが，生殖腺との比は低下した。（後記参照） (b). 雌の卵巣は左側大の不相称と早栗操氏[4] に依り報告されて居るが，著者の測定したもの（153 尾）では左右相称で，雄の精嚢も（82 尾 左右相称であつた。 X. 卵の大さ，産卵回数竝に産卵数：1 度に産卵すると思われる卵数

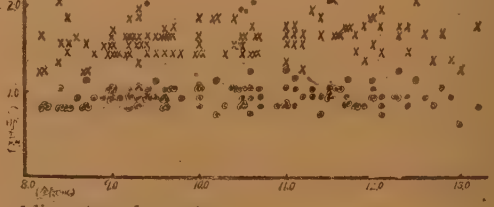
Fig. 4 Relation of the number of enclspamning eggs to the to total body length of female.
第 4 図. 一度に産卵すると思われる卵数とその母魚の全長との関係.



(number of eggs.)
(total body length.

Fig. 5 Relation between the total length and diameter of eggs in ovary of Cottus pollux Gunther.
第 5 図. カジカの全長と卵巣中の卵径との関係.

凡例. notice.
● 大粒. large egg.
× 中粒. mean egg.
◉ 小粒. small egg.



(diameter of eggs.)
(total body length.)

(4) 早栗操：鮭鱒の孕卵数及卵巣の左右不相称に就て，養殖会誌，第 8 巻，第 6，7 号，1938.

とその母魚の全長との関係は第4図に示す如く全長に比例して卵数も多くなり，平均全長 105 c m. のものゝ産卵数は約 300 粒なる事は田村氏の報告と一致する。

著者の実験に依れば産卵後間もない間の卵径は 2.9～3.3 m.m. で大部分のものは 3.3 m.m. の大さである。第5図及別表の示す如く全長と卵巣中の卵径との関係は卵の大さが母体内で大体3段階級に区分されて居るところから推定し，産卵は 1 回に行われず，少くとも 3 回位に分たれ産卵するものと思われる。体内に於ける卵の大さの分布は第5図に示す如く卵径 2.0～2.8 m.m. の間に散在して居るのは 3.0 m.m. 内外（産卵する卵の大さ）に発育する過程にあるもので 2.8 m.m. 以下のものも順次発育して 2.9 m.m. 以上になつて産卵するものであることは実際に産み附けたる卵の卵径から推察される。更に第3図にて知る様に 3 月採集群，4 月採集群，5 月採集群の各群毎に時日が経過するに従つて孕卵数の少なくなつて居るのは第6図及別表に示す如く時日を経て成熟した卵から順次産卵してゆくものと思われる。即ちカジカの産卵は卵巣内の卵粒の大さから推察して 3 回位に分けて産卵される。そして

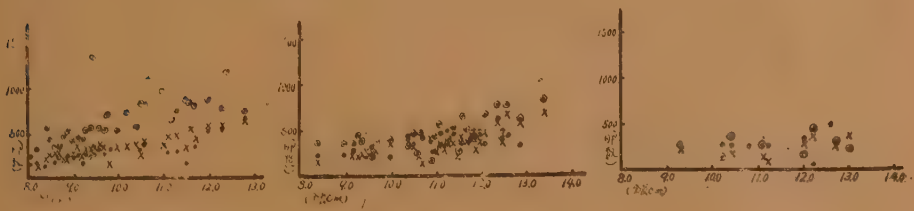
Fig. 6 Relation of the body length monthly catched to the number of eggs divided into large, mean or small in a ovary.
第 6 図. 採集月別の全長と卵の大さ区分別孕卵数との関係.

3 月採集分. (A)
Collected in March

凡例 notice
- ・2.5 m.m. about large egg. 内外（大粒）
- ×1.5 m.m. about mean egg. 内外（中粒）
- ◉0.8 m.m. about small egg. 内外（小粒）

4 月採集分. (B)
Collected in April.
凡例｛A に同じ

5 月採集分. (C)
Collected in May.
凡例｛Aに同じ



(number of eggs.) (total body length.)　(number of eggs.) (total body length.)　(number of eggs.) (total body length.)

産卵間際の成熟卵の大さは 3.0 m.m. 内外で，それ以下の大さのものは時日を経て順次成熟 3.0 m.m. 位になつて始めて産卵される。かくして 1.5 m.m. 内外のものは第 2 回目に，0.8～1.0 m.m. のものは第 3 回目に産卵さるべきものであるのを著者は下記の実験に依り確認することが出来た。著者の最近の実験ではアツトキンス式孵化槽（長さ 1.90 m，巾 0.45 m，深さ 20 m）2 個を使用し，その底部に直径 10～25 cm. 大の石を各槽に 4～6 個を入れ自然産卵床に近似にし，注水は直径 1 吋のパイプ 2 本より千曲川より分水せる水を導水し，排水部には細目の金網を張りカジカの逃失を防止し，更に孵化槽には蓋をして直射日光を遮断する様にし，各槽に雌全長 12.5 cm. 1 尾，雄全長 13.0 cm. 1 尾宛を收容し毎日蓋を取除きて産卵の状況を調査した。その結果は第7表の通りである。又一部のものは産卵せずに体内に残つて「シイナ」となつて卵巣内で吸收されるものもある。この例は測定調査中に著者は時々その事実を発見した。第7表中の備考欄中にある卵径 0.08～0.13 m.m. のもの等はその例で卵巣内に吸收されるものと第3回目の産卵の時日よりして左様推察出来る。　XI. 卵色：卵巣内に於ける成熟卵の色は橙色の濃いもの，薄いもの，黄色等で，多数のものは薄い橙色である。実際に石に附着

Table 7. Number of time of spawning.
第7表 産 卵 回 数

Hatching box. 孵化槽 Number. 番号	First spawning. 第1回産卵 Date of start experiment. 放養月日	First spawning. 第1回産卵 Days of culture. 経過日数	First spawning. 第1回産卵 Number of spawning eggs. 産卵粒数	Second spawning. 第2回産卵 Date of second spawning. 第2回産卵月日	Second spawning. 第2回産卵 Days of culture. 経過日数.	Second spawning. 第2回産卵 Number of spawning eggs. 産卵粒数	Third spawning. 第3回産卵 Date of third spawning. 第3回産卵月日	Third spawning. 第3回産卵 Days of culture. 経過日数	Third spawning. 第3回産卵 Number of spawning eggs. 産卵粒数	Total. 計 粒	Notice. 備考
A	2.21	22	392	3.14	13	234	3.27	10	610	1236	A few eggs were left in ovary by dissection such as 0.08~0.13mm. in diameter. 解剖に依り卵体内に0.08~0.13mm. のもの若干ある。
B	2.24	15	270	3.10	26	336	4.5	7	415	1021	A few eggs were left in ovary by dissection such as 0.05~0.15mm. in diameter. 〃 0.05~0.15mm. のもの若干ある。

した卵について見ると，橙色の薄いものが大部分で，次に黄色である。產卵附着して 4~5 日経過すれば大部分のものは薄い黄色になる。 XII. 摘要：(1). 千曲川の一部には水質の汚濁と水力発電の爲水がないのでカジカが棲息しない。(2). 千曲川に於けるカジカの產卵期は2月上旬~5 月中旬頃である。(3). 產卵場所は泥土の少ない瀬であり，卵は粘着性で扁平石の下に產み附けられる。(4). 產卵する頃の水温は 10 am で 4.0~10.5°C 内外である。(5). 產卵期に漁獲されるカジカは雄が大形で，雌が小形である。(6). 孕卵数は魚体の大さに比例している。(7). 生殖腺重量の魚体重に対する比率は雌が平均 20.6%，雄が平均 3.4% である。(8). 卵巢，精嚢とも左，右相称である。(9). 產卵するだろうと思われる卵数は魚体の大さに比例し，魚体 105 cm. で約 300 粒内外である。(10). 產卵は全部一度に行われず，卵径の分布，大小，及著者の実驗等よりして少くとも3回位に分けて產卵する。(11). 石に產み附けたものについての卵色は大部分のものが薄い橙色で次いで黄色である。最後に本調査の取纏めに種々助言と指導を賜りたる研究室長中野技官並に川尻中村両技官に対し衷心より感謝の意を表し，更に資料採集及魚体調査に当り行動を共にせられたる島立技官に対し又魚体測定に助力を受けたる宮島長次郎，宮本武子の両氏に対し，感謝の意を表す。

溜池の生産增進に關する研究
溜池水生植物の生産量と魚類生産との關係に就て*

On the Relation Between the Increase of the Fishes and Water-Plants in the pool

中村一雄　K. NAKAMURA

（淡水区水産研究所　上田支所）

I found the following relation between the increase of the fishes and water plants in the irrigation pool.

By too many water plants, the lowering of temperature will be caused, the effective elements consumed, the increase of plankton and bottom fauna hindered, and the swimming of fishes hampered, but without water plants, the spawning of fishes will also be hindered.

For effective production of fishes in a pool, such as *O-ike*, in which a lot of water plants are found, we should decrease the water plants by the weeding, use of medicine, manuring, or keeping of *Ctenopharyngodon idellus*, leaving as little water plants as are necessary to the spawning of fishes. For effective production of fishes in a pool, such as *Shin-ike*, where are found little *Hydrophyte*, we should transplant a *Hydrophyte* into it which are necessary to the spawning of fishes. But, it is hard to produce fishes by transplant of plants, in a pool such as *Asama-ike* in which the submerged and surface aquatics can not keep their lives because the water is so muddy that it appears yellowish brown. In this case, we should put the egg-collector into the water to help the spawning of *Carassius carassius*.

We were able to produce more fish by 26.4% in the O-ike, (in which we find a lot of water plants) by setting the *Ctenopharyngodon idellus* free in the pool and feeding them there to consume the plants.

緒　言　溜池の生産增進に関する研究の一部として植物の生産量調査を分担した。

溜池植物の有無及びその種類と数量に依り該溜池の性状を知り，それが直接間接に魚類の增殖に如何なる関係を有するかを究明すべく上田市郊外所在の三つの異る型の溜池に就て毎月一回調査を行つた結果を記述して各位の批判を仰ぎたい。本調査に御指導と御協力を賜つた中野研究室長，川尻上田分場主任，宝月欣二博士，畑分室長並に宮坂英次技官，伊奈繁氏に深謝の意を表する。

調査方法　沈水植物及び浮葉植物の採集は中野式採草器（錨の柄の長さ 0.5 m，錨の角は 8 本，円の直径 20 cm，角の尖端は 1 cm をのこし金網を張る）を使用した。先ず周辺の沈水植物調査は周辺の 16 カ所で岸から各 3 回づゝ採草器を 13 m 沖に投じて採集した植物の各種類について その生の量と乾燥量の平均値を求めた，又沖部の植物については溜池を 16 区劃して，その交叉点の 9 カ所で船上から各々 4 回づゝ採草器を 5 m 沖に投じて採集した植物の生の量と乾燥量の各々平均値を定量した。かくて溜池全体の沈水植物及び浮葉植物の分布状態と採集量を知り，錨を曳いた面積と採集した植物量から溜池全体の沈水及び浮葉植物の生産量を算出した。

挺水植物の採集定量は 50 cm 平方の枠を作り，植物の種類と繁茂の程度の異る場所にそれぞれ 2 回づゝ枠を置き，その中の植物を刈取り，生の量と乾燥量を定量し，一方植物全体の分布範囲を測り，枠の面積と各植物の採集量と分布面積から全体の挺水植物の生産量を決定した。

この植物生産量調査は現在の処完全なる定量方法なき爲完全なるものと云い難きも大要を窺うに足り

（昭和 24 年 8 月 1 日受理）　* 淡水区水産研究所業績　才　号

る。

経過並に結果　大池（10714 坪）：この溜池の植物は甚だ多く，ホザキノフサモは水深浅い南側に多く，マツモは北側の深い区域に多い，これ等は相共に岸辺近くは比較的少いが池底全面に鬱蒼と繁茂して，この溜池の植物相の主体をなした。その外に比較的岸近くの方にエビモ及クロモが混生し，更に浮葉植物のヒシが西南隅の注水口を中心に左右に分布し，テンジサウは南方の岸近くに分布していた。又挺水植物は西岸の石垣面を除く他の部分に分布し，岸辺から沖に向つてヨシ，ウキヤガラ，ムツオレグサの順に分布し南方から東方岸にかけて一番良好な繁茂状態にありたるも夏季に刈取られ 8 月以降はその量を減じた。

今春から秋までの植物繁殖分布状態の大要を述べると 3，4，5 月はホザキノフサモが南方から次第に全面に，マツモは北方から次第に全面に広がり，一方岸近くと浅所にエビモ，アヌミドロを交えていたが月の進むにつれ減少の傾向にあつた。5 月に入り挺水植物のヨシ，ウキヤガラ及びムツオレグサが僅かに出芽した。6 月に入りヒシ，デンジサウ及びクロモ等が岸辺近くに成長し始め，ヒシは 7 月，デンジサウ及びクロモは 7，8 月と引続き繁茂を続けたがエビモ，ホザキノフサモは稍分布区域を減少した，一方挺水植物のヨシ，ウキヤガラの成長の良き部分は刈取られ又水位が降下して生育に不適当な環境になりたる爲，挺水植物は全体的に稍減少の傾があつた。以上述べた植物の種類と月々の生産量の関係を示すと第 1 表の如くで，この溜池の植物の生産量は非常に多いことが判る。

Table 1.　Monthly production of water-plants in Oike

	Species	Weight	March	April	May	June	July	August
Submerged aquatics	Nitella	Weight	— gr	— gr	— gr	— gr	53.088 gr	— gr
		Dry weight	—	—	—	—	10.617	—
	Myriophyllum	〃	591.413	190.428	2919.320	2625.597	2106.250	5179.788
		〃	68.195	10.231	365.823	551.122	344.226	632.707
	Ceratophyllum	〃	35.501	74.167	500.588	3508.579	3625.566	5700.032
		〃	3.719	5.235	45.452	392.694	410.413	532.509
	Potamogeton	〃	32.307	80.176	40.268	111.231	14.739	20.198
		〃	4.735	5.090	4.154	13.113	1.558	1.514
	Hydrilla	〃	—	—	—	1.472	130.560	153.737
		〃	—	—	—	231	19.079	17.944
	Spirogira	〃	77.420	—	—	9.468	—	—
		〃	7.576	—	—	2.293	—	—
	Total	〃	736.641	344.772	3460.176	6253.348	5930.204	11053.756
		〃	84.225	20.559	415.430	1190.664	785.893	1184.675
Surface aquatics	Trapa	〃	—	—	—	139.409	882.832	153.737
		〃	—	—	—	25.924	200.822	17.944
	Marsilea	〃	—	—	—	6.312	14.307	17.673
		〃	—	—	—	420	2.104	1.262
	Total	〃	—	—	—	145.721	897.139	171.411
		〃	—	—	—	26.345	202.926	19.206
Helophyte aquatics	Phragmites	〃	—	—	75.148	277.900	634.400	204.768
		〃	—	—	11.278	132.600	450.020	83.898
	Scirpus	〃	—	—	76.782	2928.936	1994.880	817.068
		〃	—	—	8.298	512.796	738.216	289.254
	Glyceria	〃	—	—	35.310	286.640	128.800	59.360
		〃	—	—	4.297	49.280	6.496	2.414
	Total	〃	—	—	187.240	3493.476	2758.080	1081.196
		〃	—	—	23.871	694.676	1194.712	115.248
	All total	〃	736.641	344.772	3647.416	9892.546	9585.423	12306.364
		〃	84.225	20.559	439.301	1911.686	2183.532	1319.129

考　察　この植物量の夥しい狀態が魚類の增產に及ぼす影響は，植物が著しく繁茂のため局部的に水溫の低下を招いた点**，水中に溶解する營養鹽類を消失しプランクトンの蕃殖を阻害した点****，及び底棲生物の棲息を妨げ*，又魚類の游泳索餌の障害となる点***等が擧げられる故に溜池に施肥を行い魚類を增產させる爲には將來植物の抑制を考えねばならぬ卽ち人工的に除草するか草食性の魚類を放養するか，又施肥を行い植物性プランクトンを蕃殖させ水質を変化せしめて植物の繁茂に不適当な環境にせしめるか，或は硫酸銅，亜砒酸ソーダの如き薬剤散布により植物の抑制を計り魚類の天然産卵の必要量を殘し他は除去すべきである。

新池（7497 坪）：　この溜池の沈水植物は淺く且つ底質が稍々固日の砂泥質の南側に僅に分布し，その種類もエビモ，アヲミドロ及びフシナシミドロに過ぎなかつたが唯アヲミドロのみは 4，5 月に池辺の全周に分布した。挺水植物はヨシ，ムツオレグサで南側にヨシの分布が最も多かつたが他の側は皆無であつた。

今 3 月より 8 月までの月々の各種植物の生産量を示すと第 2 表の通りで夏季にヨシは刈取られ，ムツオレグサは僅少量で，而も 8 月から水位の低下甚しき爲汀線と離れて陸草に取囲まれ，成長甚だ悪く，この溜池の植物に依る生産量は極く僅なものであつた。

Table 2.　Monthly production of water-plants in Shinike

	Species	Weight	March	April	May	June	July	August
Submerged aquatics	Nitella	Weight	— gr	— gr	— gr	6.692gr	— gr	— gr
		Dry weight	—	—	—	160	—	—
	Vaucheria	〃	230	576	1.024	2.482	6.699	—
		〃	11	57	65	514	860	—
	Potamogeton	〃	1.728	1.152	5.182	8.558	35.123	—
		〃	34	115	1.082	824	2.451	—
	Spirogira	〃	31.610	37.744	50.920	—	2.304	5.760
		〃	4.356	4.102	17.733	—	230	少量
	Total	〃	33.568	39.472	57.126	15.733	44.126	5.760
		〃	4.402	4.275	18.881	1.500	3.542	少量
Helophyte aquatics	Phragmites	〃	—	—	40.846	463.972	436.414	74.234
		〃	—	—	6.514	141.656	136.972	8.716
	Glyceria	〃	—	—	6.018	20.700	少量	少量
		〃	—	—	974	8.510		
	Total	〃	—	—	46.864	484.672	436.414	74.234
		〃	—	—	7.388	150.166	136.972	8.716
	All total	〃	33.568	39.472	103.990	500.405	480.540	79.994
		〃	4.402	4.275	26.269	151.666	140.514	8.716

Table 3.　Monthly production of water-plants in Asamaike

	Species	Weight	March	April	May	June	July	August	September
Helophyte aquatics	Phragmites	Weight	—	—	14.720	124.172	122.200	97.290	361.900
		Dry weight	—	—	5.840	32.204	68.620	32.900	145.700
	Glyceria	〃	—	—	—	279.336	2359.480	4499.080	3037.700
		〃	—	—	—	94.920	555.736	2791.400	1806.200
	Scirpus	〃	—	—	33.930	26.944	23.000	少量	—
		〃	—	—	5.220	4.736	5.600	a little	—
	Total	〃	—	—	48.650	430.452	2504.680	4596.370	3399.600
		〃	—	—	11.060	131.860	629.956	2824.300	1951.900

考　察　この種の植物相を有する溜池には適種の水中植物の多少の繁殖を計り，水棲昆虫及びエビ類の棲息場所を作り，更に魚類の産卵場所等に供する事が必要と考えられるが，而しこの溜池は水位の変化甚しく植物の生態には不適当な條件にある事が注目される。将来この溜池の高度の生産を計るには施肥を行う事等も考えられる。

浅間池（5567 坪）：　この溜池の水色は黄褐色を呈し，透明度僅に 30－80 cm で，従つて沈水植物，浮葉植物の生産が皆無であつた。挺水植物はヨシ，ウキヤガラ，ムツオレグサ等であり，ヨシは東側から北西側に分布し，ウキヤガラは東側に僅に分布した，ムツオレグサは周辺所々に分布するが東側注水口附近に殊に多く分布していた。

この溜池の月々の植物生産量を示すと第 3 表の通りで，挺水植物のみ生育するも，ヨシの繁茂良き部分は刈取られ，又水位の減少によつて挺水植物は陸草中に埋れ成長不良の状態にあつた。

考　察　この種の溜池には沈水植物及び浮葉植物の移植に依る天然産卵巣を作り生産増加を計る事は不可能と思われる故，水中施肥，誘蛾燈及び浮草移植等で魚類の増産を計らねばならぬ。

総　括　大池の如く水生植物の甚しく多い溜池へ魚類の増産を計るには，この植物を抑制する方法を考えねばならぬ。

新池の如き水生植物の少き溜池へ魚類の天然産卵を計るには産卵巣として必要な植物の移植を考えねばならぬ。

浅間池の如き水質の溜池には水中植物の移植により魚類の増産を計る事は不可能であるから，浮草移植，人工産卵巣等によりフナの天然産卵を助長せねばならぬ。

上記 22 年度の「溜池水生植物と魚類の生産増進に関する基礎調査」の結果に基き，中野研究室で研究員討議の結果 23 年度には水藻繁茂甚しい溜池（大池）には，その水藻の繁殖を抑制することにより生産を高むる方法の一つとして放養魚種中に草魚が加えられた。放養した草魚は昭和 17 年に揚子江産のものを購入し今日まで上田分場養魚池で飼育せるもので，3 月 10 日にその内の 101 尾，9 ㎏ 580 匁（平均 1 尾の大さ 194 匁）を大池へ放養した。

溜池の水藻は毎年 7，8 月になれば池の南半分が浮葉植物は勿論沈水植物が成長して水面まで一面に繁茂するのであるが，本年はその繁茂状態が例年に比し著しく僅少で僅に点々と水表面に認められたのみであつた。溜池関係者もこの様な状態はかつて見受けたる事無しと云つていた。

9 月 26 日～29 日に亘り大池に於ける放養魚の取上げを行つたのであるが畑技官の調査（未発表）によると昨年の 201 ㎏ 130 匁の生産に比し本年は 254 ㎏ 485 匁で 53 ㎏ 355 匁の増産である。これを細別すると草魚が 49 ㎏ 830 匁の生産があり 1 尾平均 836 匁となり驚くべき成長を示した，而して草魚の餌料たる水藻は昨年の 1/10 にも過ぎず，又長く繁茂せる水藻は殆どなく養魚取上げに際し除藻の必要は全くなかつた。次に鮒は 163 ㎏ 470 匁の生産があり昨年の 107 ㎏ 365 匁に比し 56 ㎏ 105 匁の増産であり又鰻は 1 尾平均 1.7 匁のものを 1 ㎏放養したる処 1 尾平均 44.5 匁に成長し，公魚は昨年の 4 ㎏に比し 4 ㎏ 250 匁で 250 匁の増産であつた。一方昨年に比し生産の減少したものに鯉の 36 ㎏ 510 匁と蝦の 17 ㎏ 870 匁がある。

考　察　鮒及び公魚の蕃殖した主たる原因と考えられる事は水藻が草魚に捕食された爲，水藻の営養となるべき営養塩類がプランクトンの蕃殖に利用され，したがつて主にプランクトンを餌料とする鮒及び公魚の増産に役立つたものと考えられる。又鯉の減少は，これが主に底棲生物並に沈澱物を餌料とする爲草魚及鰻と一部餌料が重複した事，及び体長が草魚に比較して甚だ小形であつた爲に餌場が侵害されたものと思われる。蝦は主に有機物，沈澱物を餌料とする関係上草魚，鰻等の爲に棲息場を追れたか，或は草魚，鰻及び（蝦の幼生が）公魚等に捕食されたか不明である故これ等の関係は今後の研究に待たねばならぬ。

こんご此の種の溜池に草魚の放養を行う場合は草魚と同一の餌場を有する鯉の放養量を減ずるとか或は大さを考慮し，一方餡の如き稍々棲息場所を異にする魚類はより多く放養し，更に餌料生物（蝦）の移殖等を考慮する事により一層溜池の生産を效果的ならしめ得るものと思われる。

結　論　溜池の水藻を抑制して生産を高める一つの方法として草食性の草魚を放養し，水藻を餌料とせしめ溜池（大池）の生産を高め得た。

文　献

Arber, A.: 1920. Water plants.

宝月欣二: 1944. 科学 14 (8)

Hogetsu, K: 1939. Botanical Magazine LIII (634)

* 畑・中村・宮坂: 溜池生産増進に関する研究報告（近刊）

川村多実二: 1918. 日本淡水生物学.

宮地伝三郎: 1929. 水研誌 24 (266—275)

三木　茂: 1937. 京都府史蹟名勝天然記念物調査報告.

牧野富太郎: 1941. 日本植物図鑑

***** 松江吉行: 1947. 農学 1 (7)

. *. 畑·中村·宮坂: 溜池生産増進に関する研究報告（近刊）

Needham and Lloyd: 1916. The life of inland waters.

中野治房: 1931. 岩波講座，生物学.

同　上: 1930. 日本北アルプス湖沼の研究.

中野宗治: 1930. 同　上

中野治房: 1918. 諏訪湖の研究

**** 杉目宗尚: 近く発表の予定

徳久三種: 1916. 水研誌 11 (283—289)

田中阿歌麿: 1926. 野尻湖の研究.

上野益三: 1935. 陸水生物学概論.

Welch: 1935. Limnology.

Ward and Whipple: 1918. Fresh Water biology.

吉村信吉: 1927. 22 (1)

吉村信吉: 1937. 湖沼学

山口久直: 1943. 陸水雑 13 (2—3)

瀨戶內海におけるイワシの漁況について (第1報) 漁獲高の永年變化*

On the Fishery of "IWASI" in the Inland-Sea (I) The Secular Variation of Yield

土井長之　T. DOI

(東海区水產研究所)

The secular variation in the yield of "IWASI" in the Inland-Sea which fails to be separated into those of Sardine, Anchovy and Round-Herring from the past records, is classified into three types by testing it statistically as time series. A most significant characteristic of the type 1, represented by those from Osaka, Okayama, Hirosima, Kagawa and Tokusima Prefectures which face the Inland-Sea only, is found in the gradual increase of the yield. On the type 2, represented by the fish caught in Hyogo, Wakayama, Yamaguti and Oita which open both in the Inland-Sea and the open sea, this yield has been shown to have declined greatly. And also on the type 3, represented by Ehime, the yield increased first but has been decreasing since 1935. The yearly decreasing stock of Sardine and the increase in intensity of fishery are of importance in explaining fluctuations in the yield, and, what is more important, it is by the different mixing ratios among the three kinds of "IWASI" migrating to each prefecture that three types are chiefly determined in the secular variation.

§1. 緒　言

瀨戶內海の水產資源は年々減衰して，漁場の荒廢が著しいと言われ，それに対して水族の繁殖，保護及び增產の爲の科学的な施設と対策が叫ばれている。これらの問題に関する知識を得るには，先ず事実としての過去の記錄を分析検討することに始まると思われる。この意味において，瀨戶內海で最も漁獲高の大きいイワシの漁況を研究するにあたり，先ずその永年変化を調べてみた。水產統計としては，充分に信頼がおけるとは言えないけれども農林統計によつた。イワシ漁獲高としてマイワシ，カタクチイワシ及びウルメイワシの区分がしてない点は，イワシ類の資源調査にとつて最大の障害であるが，過去の記錄に関する限りこの障害は如何ともなしがたい。

§2. 永年変化の 3 種の型

大正 6 年から昭和 21 年まで 30 年間の記錄をしらべた。大正 6 年から大正 14 年までを第 I 期，昭和元年から昭和 8 年までを第 II 期，昭和 9 年から昭和 15 年までを第 III 期，昭和 16 年から昭和 21 年までを第 IV 期として便宜上区分した。第 1 表及び第 2 表は瀨戶內海沿岸各府縣の各期の年平均漁獲高及びそれらの平均に対する割合 r である。

瀨戶內海のイワシ漁獲高の平均としての傾向或は各地方の間の相関等をこれらの資料から推測するのであるが，それには各府縣の漁獲高或は割合 r を，ある確率変動を伴つた時系列の標本と考える。I 期から II 期にかけては大体增加しているからこれは除外して，II, III, IV 期の母平均経過が同一型に属すか否か，或はその傾向が減少しているか增加しているかをみるのである。そこで割合 r について，III 期から II 期を引いたものを α，IV 期から II 期を引いたものを β とすれば，前述の検定は 2 次元確率ベクトル (α, β) が平均として同一型に属するか或は 0 ベクトルと考えられるか否かと云うことに

(昭和 25 年 2 月 8 日受理)　東海区水產研究所業績　第 18 号

TABLE 1 — Average yield in 1000 KANS

PREFECTURE		PERIOD I	II	III	IV
OSAKA	(1)	750	1023	1545	2219
HYOGO	(2)	2460	2830	2058	2099
WAKAYAMA	(3)	1010	2451	1924	1564
OKAYAMA	(4)	85	61	100	116
HIROSIMA	(5)	1112	847	1134	1165
YAMAGUTI	(6)	7334	6660	4930	3242
TOKUSIMA	(7)	821	1062	1064	1064
KAGAWA	(8)	414	459	421	572
EHIME	(9)	3088	7180	10239	6937
OITA	(10)	2022	3603	2963	1694

TABLE 2 — Ratio of average yield, r

PREFECTURE		PERIOD I	II	III	IV
OSAKA	(1)	0.542	0.739	1.116	1.603
HYOGO	(2)	1.041	1.120	0.871	0.889
WAKAYAMA	(3)	0.581	1.411	1.108	0.900
OKAYAMA	(4)	0.934	0.670	1.099	1.275
HIROSIMA	(5)	1.044	0.795	1.065	1.094
YAMAGUTI	(6)	1.323	1.202	0.890	0.585
TOKUSIMA	(7)	0.819	1.059	1.061	1.061
KAGAWA	(8)	0.887	0.983	0.901	1.225
EHIME	(9)	0.450	1.046	1.492	1.011
OITA	(10)	0.786	1.401	1.152	0.659

Fig. 1.

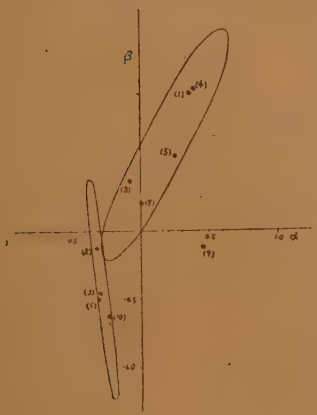


TABLE 3 — α and β

PREFECTURE		α	β
OSAKA	(1)	0.377	0.864
HYOGO	(2)	−0.249	−0.231
WAKAYAMA	(3)	−0.303	−0.511
OKAYAMA	(4)	0.429	0.605
HIROSIMA	(5)	0.270	0.299
YAMAGUTI	(6)	−0.312	−0.617
TOKUSIMA	(7)	0.002	0.002
KAGAWA	(8)	−0.082	0.242
EHIME	(9)	0.446	−0.035
OITA	(10)	−0.249	−0.742

なる。第 3 表及び第 1 図は (α, β) の表及びグラフである。

第 1 図を見れば主として第 1 象限に分布する (1) (4) (5) (7) (8), 第 3 象限の (2) (3) (6) (10) 及び第 2 象限の (9) の 3 の型に分類されるように推測される。これを確める為には (1) (4) (5) (7) (8) であらわされる 5 個の 2 次元確率ベクトルを $\mathbf{X}_i$ $(i=1,2,\cdots\cdots5)$, (2) (3) (6) (10) の 4 個のそれを $\mathbf{Y}_i$ $(i=1,2,3,4)$ とすれば F—分布を利用して

$$F=\frac{(N+M-K-1)}{K(N+M)}Sp.(\bar{\mathbf{X}}-\mathbf{Y})(\mathbf{X}-\mathbf{Y})\,\Phi^{-1}$$

自由度 $n_1=K=2$

$$n_2=N+M-K-1=6$$

によつて $\bar{\mathbf{X}}$ と $\bar{\mathbf{Y}}$ の型の相異が検定される*

F を計算してみると

$$F=10.17>F_0^2(0.05)=5.14$$

であるから, 危険率 5 % でこの 2 組のベクトルは同一型でないことが推測され, 漁獲高の永年変化の母平均経過は異るといえる。その信頼楕円を 10 % の危険率で求めると** 第 1 図の 2 つの楕円となる。又いずれの乗却楕円***より外に出る (9) はこのいずれの型にも属さない経過をたどるものである。

即ちこの分析によつて, 内海におけるカタクチイワシ, マイワシ, ウルメイワシを含めた漁獲高の永年変化は, 大阪, 岡山, 広島, 徳島, 香川であらわされる第 1 の型と, 和歌山, 兵庫, 山口, 大分であらわされる第 2 の型及び愛媛の第 3 の型とに分類される。

§3. 第 1 の型, 大阪, 岡山, 広島, 香川, 徳島

母平均経過の信頼楕円がほゞ第 1 象限に存在して, III, IV 期共に II 期より漁獲高が増えている。第 2 図はこの 5 府県合計漁獲高の永年変化のグラフで, 点線は長期傾向をあらわす 5 カ年移動平

---

* $\bar{\mathbf{X}}=\frac{1}{N}\Sigma\mathbf{X}_i \quad (N=5) \qquad \bar{\mathbf{Y}}=\frac{1}{M}\Sigma\mathbf{Y}i \quad (M=4)$

$\Phi_x=\Sigma(\mathbf{X}_i-\bar{\mathbf{X}})(\mathbf{X}_i-\bar{\mathbf{X}}) \qquad \Phi_y=\Sigma(\mathbf{Y}_i-\bar{\mathbf{Y}})(\mathbf{Y}_i-\bar{\mathbf{Y}})$

$\Phi=\Phi_x+\Phi_y$

行列 Φ_x, Φ_y は $\mathbf{X}_i$ 及び $\mathbf{Y}_i$ の標本分散行列を N 及び M 倍したものである

Φ^{-1} は行列 Φ の逆行列である。

** 信頼楕円は

$$\frac{N(N-K)}{K}Sp.(\bar{\mathbf{X}}-\mathbf{M}_x)(\bar{\mathbf{X}}-\mathbf{M}_x)\Phi_x^{-1}=F^{K}_{N\text{-}K}(\alpha)$$

$$\frac{M(M-K)}{K}Sp.(\bar{\mathbf{Y}}-\mathbf{M}_y)(\bar{\mathbf{Y}}-\mathbf{M}_y)\Phi_y=F^{K}_{M\text{-}K}(\alpha)$$

*** 乗却楕円は信頼楕円の径を $\sqrt{N+1}$ 及び $\sqrt{M+1}$ 倍したものである

均である。漁獲高と長期傾向との差を定常時系列とみなして系列相関係数 r_k * を計算すると第 3 図と

Fig. 3.

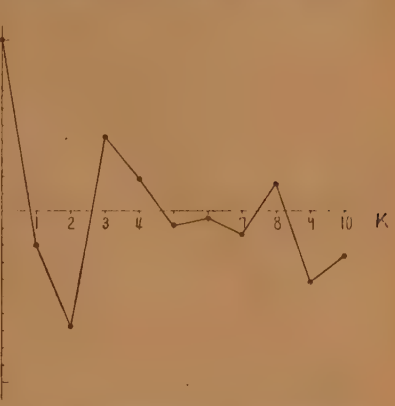
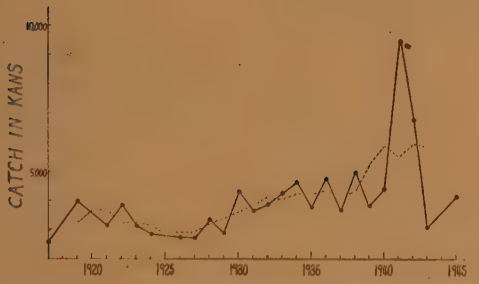


Fig. 2.



なる。この型に属する各府縣は殆んど瀬戸内海のみに面しているから，瀬戸内海面のイワシ漁獲高の変動はこれによつて大体の傾向があらわされる

長期傾向が減少していない理由としては

i) 瀬戸内海に於ては主としてカタクチイワシ漁業であつて，このストックはマイワシと異り年々やゝ増大している

ii) 漁獲努力が大きくなつている

の 2 点が考えられる。定常時系列と考える小変動の要因はその年における海況，気象及び漁獲努力の変動であろう

$K\to\infty$ につれて $r_k\to 0$ なら，この小変動の週期性はないのであるが，第 3 図からはこの点に関しては決定的なものは得られないが，$K=10$ 位まではかなりの相関がみとめられる。

§4. 第 2 の型，和歌山・兵庫・山口・大分　母平均経過の信頼楕円が第 3 象限に存在して，III, IV 期共に II 期より漁獲高が減少している。第 4 図はこれら 4 縣の合計漁獲高の永年変化であり，第 5 図は系列相関係数 r_k の図である。第 1 の型との相異は，これら 4 縣は瀬戸内海のみでなく日本海或は太平洋にも海岸線を持つており，漁獲高にはこの分離がしてないことによるのであろう。即ち外海に於ては，マイワシが主であつて，このストックは年々非常に減少していること及び内海のカタクチイワシのストックの漸増と関連してこの型が説明される。系列相関係数については K が大きくなるにつれて r_k は 0 に近ずいているから小変動の週期性はないと推測される

§5. 第 3 の型，愛媛　この地方では III 期は II 期より漁獲高が増しているが IV 期では減少している。第 6 図は漁獲高，第 7 図は r_k の図である。

* x_i を i 年目の定常時系列の確率変数の値，N を調査年数 r_k を K 年へだてた確率変数間の相関係数とすれば

$$r_k=\frac{\sum_{i=1}^{N-K}(x_i-\bar{x}_1)(x_{i+k}-\bar{x}_2)}{(N-K)\,s_1\,s_2}$$

$$\bar{x}_1=\frac{1}{N-K}\sum_{i=1}^{N-K}x_i \qquad \bar{x}_2=\frac{1}{N-K}\sum_{i=K+1}^{N}x_i$$

$$s_1^2=\frac{1}{N-K}\sum_{i=1}^{N-K}(x_i-\bar{x}_1)^2 \qquad s_2^2=\frac{1}{N-K}\sum_{i=K+1}^{N}(x_i-\bar{x}_2)^2$$

Fig. 4.

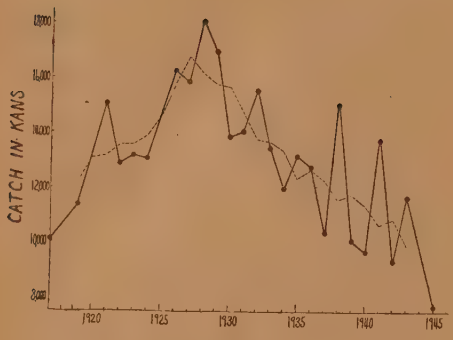


Fig. 5.

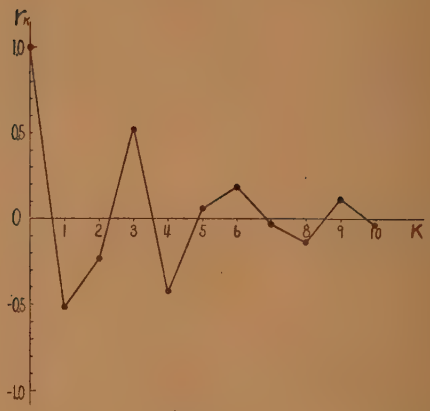


Fig. 6.

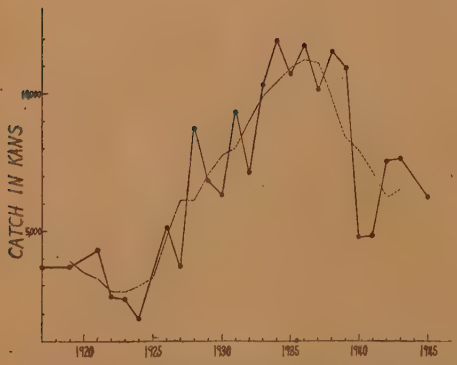
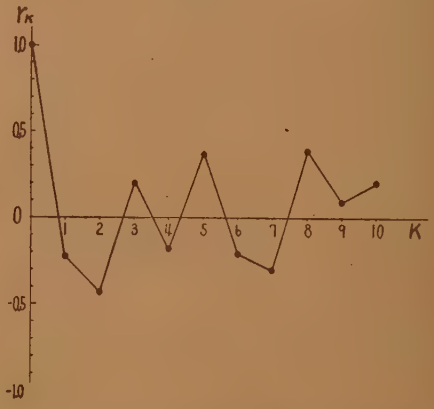


Fig. 7.



昭和 12 年まで漁獲高は増大したがそれ以降は急速に減少している。この海面も内海と外海とあり，それに加えるに漁具，漁法等の漁獲努力の変化によりこの型になつたのであろうが，第 2 の型との差は何に基因するかは更に吟味しなければならぬ。

§6. 結　語　農林統計による瀬戸内海沿岸各府縣の漁獲高の永年変化を時系列として分析して，第 1 の型（大阪，岡山，広島，香川，徳島），第 2 の型（和歌山，兵庫，山口，大分）及び第 3 の型（愛媛）に分類した。これらの型の相異は，第 2 及び第 3 の型に属する地方は瀬戸内海のみでなく外海にも海岸を持つから，外海性のマイワシのストックの影響が大きくひびいて来ているのに反して，第 1 の型の地方ではカタクチイワシを主とする内海のみに面していることによると推測される。であるから更に精しく瀬戸内海のイワシ漁業を分析する爲には外海にも面した縣の漁獲高を内海地区と外海地区とに分解して取扱わねばならない。そして長期傾向及び定常時系列と考えた小変動の統計的性質と法則性をもつと明にし，更にそれらと海況，気象，漁獲努力等の要因との相関を見出すならばイワシ漁況の予報も可能になつてくるであろう。資料を集めて，続報においてこれらの問題を検討して分析を完成するつもりである。

第 1 報を終るにあたり有益な御助言を賜いた水産試験場栗山研究室長並に計算及び製図の労をわづらわした源生雅子，高森茂樹両君に厚く感謝致します。

アサクサノリの胞子の放出，浮游及び着生
（海藻胞子付けの研究 第 9 報）*

Shedding, Floating and Fixing of the Spores of *Porphyra tenera*

須藤俊造 S. SUTO

（東海区水產研究所）

1. Monospores

Shedding occurs when the tide is rising. About 10^3 spores are shed from 1 cm^2 of plant in a flood tide. 10^2 spores were found in 1 L. of sea water in flood tide.

Monospores fix themselves to substrata within one minute, especially to those which are being washed by waves at flood tide.

They develop normally in 1 to 2 days after their fixation.

2. Carpospores

Shedding and fixing habits of carpospores are quite different from those of monospores and of all the spores of other algae which develop soon. The latter spores shed periodically and the number of spores shed decrease day by day in culture. Their fixing ability is the strongest just after the shedding and they develop normally soon after the fixation. While carpospores of *Porphyra* sweep out from the margin of plants little by little into the sea accompanied by their mother cells. The number increases day by day in culture. Most of them have no fixing ability and a greater part of them develop abnormally. These facts suggest the possibility that carpospores in winter do not develop soon, but that they may rest during early spring to early autumn in the sea (Kunieda 1939).

I

ノリの胞子の生態は今まで，いろいろの時期にいろいろの方法で海にヒビやアミを立込み，之に生じたノリの芽の数をしらべ，又は收量を見るという方法でしらべられて来た。しかしこの場合の結果には胞子の生態と共に着生後の芽の生態が同時に含まれていて之を分離して胞子の生態だけを明らかにすることは容易でない。例えば，ヒビの高い所にはノリの芽は見られないが，之が胞子がつかないのか，ついてはいるが干潮時の露出時間が永いため芽が育たないのかわからない。直接胞子については今まで，形成の時期及び溫度は研究されているが，その他の点についてはほとんど研究がないのでこゝに著者の結果を報告する。

ノリには，多に有性的に果胞子が，より高溫の時期に無性的に單胞子が作られる。本研究には東京湾各地のノリに生じた單胞子（主として 11 月）及び果胞子（多）を用いた。

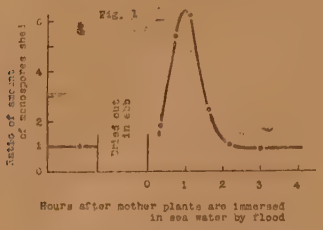
II 單胞子に關する實驗・觀察

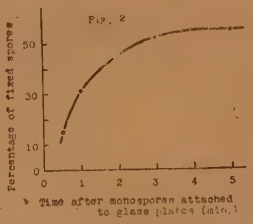
1 放出時期 ノリでは 3～7 月及び 10 月末～12 月始にマルバ型[1]のノリの或大きさの幼芽[6]に單胞子の形成放出が認められた。その水溫は 11°C 以上であつた。11 月後半，水溫 12°～15°C の時には，数 cm のノリから大量に單胞子の放出が見られ，ノリ場の海水から 10^2/L 位検出される[3]。3～7 月及び 10 月には数ミリ以下のノリのみから放出され，数も少く，海水からは沈降法[5]では検出出来ない。

2 放出の時間と量 11 月に盛に單胞子を形成しているノリを海の自然に生えている高さに保ち，時々取上げて 5～10 分海水を入れた容器に入れ，又海に戻すことをくり返した。容器中に残された單胞子の数の変化を第 1 図に示す。放出と光との関係は認められない。主として放出されるのは干潮後の

（昭和 25 年 3 月 13 日受理） * 東海区水產研究所業績 才 18 号

上潮時 1～2 時間で，1 回の上潮にノリの広さ 1 cm² につき (1～10)×10³ が放出される。干出時を





除いてこのほかの時にも少量の放出が認められた。

3 海水中での沈降速度 単胞子はわずかにアメーバ状に動くほか運動力は見られない。海水中で1mmを沈むに要する時間を，横から顕微鏡で見て測定した結果は (2～3)×10 sec/mm (13°～17°C, δ_{15}=1.02) であつた。

4 着生時間 放出後 1 時間以内の単胞子を含む海水の 1 滴を硝子板にのせ，1/2～5 分後に顕微鏡で見ながらスポイトで注水して洗い，残つた胞子数をしらべた。時間と着生率との関係を第 2 図に示す。之から硝子に接触後 1/2～2 分で一応着生し，もはや流失しないことが推察される。竹に着く時も大体同様であつた。

5 放出後の時間と着生力の変化 単胞子を含む海水をかきまぜて着生を防ぎ，時々一部を取出して (4) と同じ方法で 5 分間の着生率をしらべた。放出後時間がたつにつれ着生率が低くなり，3～4 時間でほとんど着かなくなる (13°～17°C)。

6 水に出入する地物に對する着生 単胞子を含む海水をゆるくかきまぜ，中にスリ硝子 (A) を浸す。同時に別のスリ硝子 (B) を一寸浸してすぐ取り上げ，1 分放置して又一寸浸すことをくり返す。20 分後に両者に着いた胞子数をくらべた。結果を海水中の単胞子数 10^4/cc の時に換算して，A：(0.9±1.4)/cm²，B：(24.0±5.3)×10/cm² であつた (14°～18°C，実験回数 10，信頼度 95%)。

7 止水中では硝子・木・竹・木綿糸・花崗石の何れにもよく着生する。

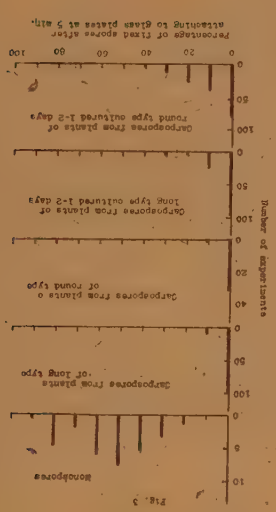
8 着生した単胞子はすべて正常に発芽する。

III 果胞子に關する實驗・觀察

1 果胞子を含むいろいろの細胞の脱離 冬～初春果胞子が作られると，ノリの体の先の方から細胞膜がくずれ，こゝにあるあらゆる細胞がアメーバ状に出て来る。之が嚢細胞・未受精卵・受精卵・之が 2 箇，4 箇，6 箇に割れた細胞及び 8 箇に割れて出来た果胞子のすべてを含むことは明らかで，大きさの測定（後報）から果胞子及び 6 分受精卵が最も多い。この現象はノリ場でも見られ，12～3 月に表層海水をとり沈降法で定量すると，10～10^3/L，時により 10^4/L も認められる。単胞子の放出とちがつて，この脱離は潮汐と関係なくいつでもだらだらと行われる。ノリを室内で培養すると一層甚だしくなり，数日の間にノリの体の半分位が全くなくなつてしまうことさえある。

2 脱離した細胞の着生 ノリ場の海水から沈降法で検出する時，注意すると着生してない細胞も多く見つかる。採水後数時間のうちにしらべるとアメーバ状の細胞が多く附着しているが，時間を経ると脱落してゆく。わずかに残つた細胞は培養すると偽発生[4)]を行い正常の発芽はほとんど認められない。

室内で脱離した細胞を含む海水の 1 滴を硝子板にのせ，5 分後に洗つて残つた細胞の数をしらべた結果を第 3 図に示す。ノリ場から取つて来てすぐに脱離した細胞はほとんど着生しない。かえつて 1，2 日培養した時に脱離する細胞は 0～20% の着生率を示す。この率は植物体によつて変化が大きく，又



マルバ型のノリでやゝ高い。

脱離した細胞は何れも着生しうる。培養すると偽発生を行う。稀に植物体によつて相当数が正常に発芽したこともある。

IV 考　察

1 無性的な単胞子の形成放出を認める時期は殖田[8]と大体同じく 3 月～12 月始で，最も大量に見られるのは国枝[1]と同じく 11 月後半，水温 12°～15°C の時で，11°C を下ると急減する。ノリ場の海水中の単胞子数が 11 月後半に多く見られることは前報[1]した。この温度は日下部[2]及び殖田[8]が実験的に求めた形成適温15°～20°Cより著しく低い。しかし養殖で 11 月（水温 15°～10°C）にヒビを立てると非常に多くの幼芽が発生することは明らかで，所により産業化されている，この幼芽は明らかに単胞子から発生したものである（後報）。殖田等は材料に夏季のいわゆる「夏ノリ」を用いたため，適温がやゝ高い結果を得たのかもしれない。

2 単胞子は主に上潮時に放出され，海中を浮游し，水の動きで散布される。着生力は放出当初に強く，時間がたつと弱まり，3～4 時間でほとんど失われる。地物に接触すると 1/2～2 分で一応の着生を終り，もはや波に洗われても流失しない。動揺する海水中に浸つている地物には着生が少いが，水に出没している地物に多く着生する。要するに放出後間もなく，地物に 1 分前後とゞまつて接触する機会を得ると着生する。ノリ場の海水中の単胞子数が多くても 10^3/L であるためにまだ海での着生を直接観察出来ないが，同様の放出・着生の性質を持つているフノリの胞子の場合[1]と考え合わせて，ノリの単胞子の放出・着生機構を次の様に考える。「放出は上潮時に行われ，海水にたゞよい，間もなく近くの上潮の波に洗われている地物に，つまり放出層及びやゝ上層に着生するものが多い。」養殖で干出しない地物には発芽が少いこと，11 月にやゝ上層に立込んだアミに多く着生を見ることが知られている。

日下部[2]は海水から遠心分離した単胞子で着生に 20～30 分を要すると報じたが，之は放出後時間をへた胞子のうち，遠心分離の操作中に着生し得ない，着生力の弱い胞子を用いた結果であろう。放出当初の単胞子は遠心分離をすれば，操作中に多くは分離管の底に着いてしまう。之を利用し，遠心分離で海水中の胞子を定量する方法を見出している。

和田[9]は胞子の着生機構として，下潮時にヒビの面について残つた海水中の胞子が干出中に着生すると考えた。しかし単胞子の放出は上潮時に行われ，間もなく着生力を失うこと，着生は 1 分で完了し別に干出を要しないこと（むしろ着生当初の膜のない胞子は耐乾性がない），海水中の胞子数は多い時でも 10^3/L で下潮時にヒビの面に残るわずかの海水中の胞子数はいうに足りないこと等から，和田の着生機構はノリの単胞子の場合には否定されよう。

3 多に果胞子を生じたノリの先から，海でも少しづゝ，室内培養で大量に，果胞子を含むいろいろの細胞がくずれ出す。この現象は一見果胞子の放出と考えられ易いが，通常の胞子の放出と異なる点が少くない。即ち，この脱離が時間をきめずにだらだらと行われ，しかも培養時に著しく多いこと（ノリの単胞子及び他の海藻の胞子の放出は多少とも時間をきめて行われ，培養すれば減少する），脱離細胞はほとんど着生力をもたないこと（他の胞子は何れも強い着生力がある）である。更に培養すると偽発生

をして正常の発芽は稀にしか認められない（他の胞子はすべて正常に発生する）。要するに，果胞子には，同じノリの單胞子及び他の海藻の休眠せずにすぐ発芽する胞子に共通に認められる様な放出・着生及び正常発生の現象[7]が見られないのである。

4 人工胞子付け ノリの單胞子の放出・着生はフノリと似ていて，技術的には同様の胞子付け方法[5]が考えられる。しかし，フノリの場合と異つて單胞子を大量に手に入れることが困難である。最も放出の多い 11 月後半でも，單胞子を出す植物体は，之を出さないナガバ型のノリに混じてポツリポツリと見出されるだけで，実験に用いる程度に集めるのがやつとである。従つて人工胞子付けの実際化は望みが少く，従来行われている様に，重ねヒビ等の方法で，自然の着生率を良くするのがよいであろう。

冬の果胞子は他の細胞共にくずれ出したものは大量に手に入るが，之は着生力がなく，又多くは正常に発芽しないので胞子付けに用いられない。

なお秋の彼岸すぎのヒビ立て時期につく胞子は量的に手に入れる方法が見当らず，実験すら行えなかつた。人工胞子付けは今の所思いもよらない。当分は胞子が自然に流れて来て着くのを待つほかないであろう。今出来るのは胞子の出現を予察し又実測[3]して，ヒビの立込み時期を適切にするのみである。

要するにノリの人工胞子付けは他の海藻の胞子付けと違つた方法が得られなければならない。今この方向に研究を進めている。

V 要 約

1 ノリの單胞子は春～秋，水温 11°C 以上で形成され，11 月 15°～12°C に最も多い。主として上潮時に放出され，間もなく近くの波に洗われている地物に着生するものが多い。

2 冬ノリの先から果胞子が他の細胞と共にくずれ出て来るが，之は果胞子の正常の放出とは思われない。

3 人工胞子付けは今の所期待出来ない。

最後に終始御指導をいたゞいた国枝博士に深謝する。

文 献

1) Kunieda (1939) J. Coll. Agri., Tokyo Univ., 14, 377—405.
2) 日下部 (1929) 水講試報 25, 17—26.
3) 須藤 (1948) 日水誌 13, 193—194.
4) 同 (1948) 日水誌 14, 184—188.
5) 同 (1949) 日水誌 15, 674—677.
6) 同 (1950) 日水誌 15, 649—652.
7) 同 (1950) 日水誌 16, 1—9.
8) 殖田 (1937) 日水誌 6, 91—104.
9) 和田 (1941) 日水誌 10, 47—59.

魚鱗箔の研究*

Studies on the Iridescent Substance of Fish Scales

小幡彌太郎・五十嵐久尙・石田昌男

Y. OBATA, H. IGARASHI & M. ISHIDA

（北海道大学農学部水產化学教室）

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

The so-called pearl essence which causes iridescence of fish scales has long been considered to owe its peculiar optical characteristic to guanin particles contained. This view was confirmed by the result of our experimental research on the pearl essence obtained from the scales of Tachi-u-o or Hair Tail, *Trichiurus haumela* (Forskål).

The pearl essence loses its lustre when it is either immersed for a long time in formalin or boiled with formalin. This is probably due to the presence of protein.

Some chemical substances such as tyrosin, zinc salt of stearic acid, BaS_2O_7, $PbHCO_3$, $KClO_3$, bismuth compounds and $MgNH_4 \cdot PO_4$, were examined if each of them should be employable as a substitute for the pearl essence. But none of them gave iridescence.

我国は養殖眞珠の輸出国として著聞して居る外に模造眞珠の輸出国でもある。模造眞珠は硝子球に魚鱗又は鰾より分離した眞珠光沢物質（箔又はエッセンスと稱する。英語では Pearl Essence, Fish Silver。佛語では Essence d'Orient）をセルロイド溶液に分散，塗布したものである。最初佛国で製造され，独墺を経て我国にも伝わり，大正 13 年既に輸出額 1000 万円を超え，大正 15 年には取締規則の制定を見た，戰後も重要輸出品としての地歩を恢復しつゝあるものである。最近魚鱗箔を加えたセルロイド製品も盛んに造られて居る。

欧米ではニシン，イワシ，コヒ，ウグヒの鱗を利用して居るが，我国では專らタチウオの鱗を原料として居る。タチウオ及びニシンの箔製造歩留をあげると

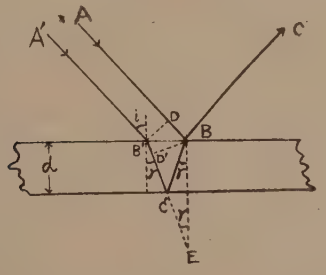


Fig. I

d; Thickness of thin films

γ; Angle of refraction

μ; Index of refraction

n; Positive integer

λ; Wave length

Light equation $B'C'B = 2\,d\cos\gamma$

Light resistance in Air

$$2\,d\mu\cos\gamma = n\lambda$$

（昭和 25 年 2 月 6 日受理）

*）北大農学部水產学数室報告　第 108 号

Contribution No. 108 from Department of Fisheries, Faculty of Agvicueture, Hokkaido University.

タ チ ウ オ[1]	ニ シ ン[2]
生皮 2 %（鮮魚に対し）	鱗片 2 %（鮮魚に対し）
粗製箔 4—5 %（生皮に対し）	3 %（鱗片に対し）
精製箔 0.8 %（ 〃 〃 ）	0.9 %（ 〃 〃 ）

魚鱗箔が美しい光彩を放つのは光の干渉に基くものでその爲には次の如き層狀の構造を持つ事が必要である。

從つて層の厚さは，少くも波長の半分程度のもので分子膜よりははるかに厚いものとなる。何等かの條件で此の層狀構造が崩れると最早光らなくなる。更にセルロイドの屈折率（1.48）以上の屈折率を持つ事も必要である。タチウオの箔が美しい光彩を放つのに，ニシンのものが劣るのは，層狀構造の相違に基くと共に箔の粒子の大小も影響するものと考えられる。

Fig. II
Essence from
Trichiurus haumela
(Forskål)
× 800

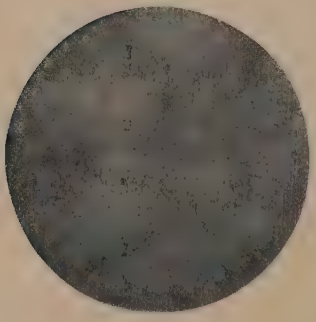


Fig. III
Essence from
Clupea pallasii cuvier et
Valenciennes
× 800

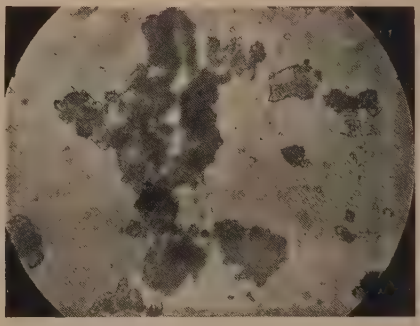
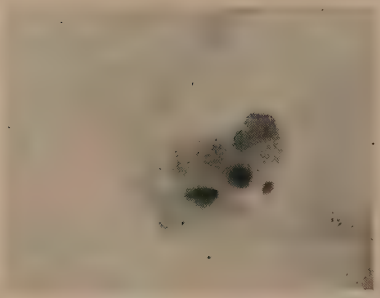


Fig. IV
Air-bladder of
Clupea pallasii cuvier et
Valenciennes
× 6000



卽ち前者は微細で均一であるのに後者は粗大且つ不均一体である。Carter[3]によると，カナダでも大西洋ニシンの箔は細かくエツセンスに適し，太平洋ニシンは粗大で不適と報告されて居る。ニシンでも鰾は美しい光彩を放つが，之を拡大して見ると図 IV の如く，結締組織中に在る光彩細胞の中に良く発達したプリズム狀の結晶塊がある。右肩にあるものがそれで極めて微小である。

魚鱗箔の本体に就ては古くから Guanin とされて居る[4]が，極めて古い文献で実驗データも不備である。我々はタチウオより得た魚鱗箔を試料として精製，再結晶したものを分析，從来の説の如く Guanin であることを確認した。但しこの箔を再結，精製すると最早輝かしい光沢を発しなくなる。一つは透明体となり光を透過して反射能を失うこと，結晶構造に変化を生じた爲であろう。

箔をホルマリン中に漬けておくと光沢を失う。又ベプシンで処理すると却つて美しい光沢を放つことを認めた。之は箔の成分が Guanin 単独でなく他の物質（恐らくは蛋白質であろう）をも随伴して居ることを示唆するものである。Carter[3]も光沢を減じた箔に卵のアルブミンを加えると，著しく改善されることを述べて居る。

魚鱗箔が眞珠光沢を発するのは，前記の如くその結晶構造によるものであるから他の化合物によつても代用出来るものと考え屈折率 1.48 以上のものに就て調査したがいずれも不適格であつた。

実 驗 の 部

1. Guanin の定性反応

a) Murexide の反応

Guanin は Murexide の反応を表わすのであるが，魚鱗箔の少量を蒸発皿にとり之に濃硝酸を少し加えて溶解し，水を其の半量丈加えて蒸発乾固する事を二回繰返す。斯くして得られたる乾固物は黄色のものであるが，之にアンモニヤ水又は苛性加里の水溶液を少量滴下して乾固物を十分に濕ほすと，アンモニア水の場合は褐赤色，苛性加里の場合は金赤色となり，之を小火焔上で靜かに熱するとアンモニア水の方は褐紫色となり，苛性加里水溶液の場合は紫赤色となつて，明らかに Murexide の反応を示すのである。

b) 溶 解 性

魚鱗箔の酸，アルカリ等に対する溶解性をみると塩酸，硫酸，硝酸等の鉱酸及び苛性曹達，苛性加里にも完全に溶解，醋酸には全く不溶，濃アンモニア水には極めて難溶，エーテル，アセトン，クロロホルム，醋酸アミル，酒精等の一般有機溶剤，セルロイド溶剤等には全く不溶である。之等の溶解性に関する性質は全く Guanin と同一である。

c) 複 塩[5]

Guanin は塩酸，硝酸等と複塩を作るが，魚鱗箔を之等の酸の稀薄熱溶液に溶解し．脱色炭で処理して冷却すると塩酸溶液からは白色の，硝酸溶液からは淡黄の美麗な針状結晶を作る。此の結晶は何れも有機溶剤にとけず，300°C 迄加熱しても変化を示さなかつた。又魚鱗箔の如き光彩は発しない。

硝酸複塩の Tillmans 反応は陽性であつた。即ち黄色結晶を市販のホルマリンに溶解し，之に一滴の濃硫酸を加えると直ちに白色の沈澱を生じ，一晝夜放置すると液全体が白色に凝固する。Adamkiewicz 反応は陰性，硝酸溶液に Millon 試薬を加えると白色の沈澱が出来るが，加熱しても煉瓦赤色とはならず，黄色に変化し Millon 反応も陰性，Xanthoprotein 反応は陽性。

塩酸溶液に重クロム酸加里，赤血塩の飽和水溶液を加えると一晝夜後橙色，黄緑色の柱状結晶を生ずるが，之等の結晶は 250°C 迄の加熱に依つては変化しなかつた。之等の複塩を作る性質はすべてグアニンと同様である。

d) ピクリン酸塩

Guanin の定性法としてピクラートを作る方法がある。そこで魚鱗箔を稀薄熱塩酸に溶解し，脱色処理した濾液にピクリン酸の飽和水溶液を加えて一晝夜放置すると淡黄色針状のピクラートの結晶が出来る。融点 190°C（分解）は文献による Guanin のピクラートと全く同一である。

2. 分 析

以上の事実から魚鱗箔が Guanin を構成物としてもつて居る事は推論出来るが，更に塩酸溶液を濃縮して作つた Guanin の塩酸複塩に就て元素分析を行つて之を確認した。

	C	H	N
測 定 値	26.97	4.37	31.68

$C_5H_5ON_5$-$HCl+2H_2O$ として

理論値	26.85	4.51	31.32

3. 魚鱗箔の光沢

前に述べた様にして得た純粋のグアニン結晶は余り輝かない。

魚鱗箔はアセトン，エーテル等の油脂溶剤中では光沢を有する。然しホルマリンの中では割に速く光沢を失う（10 時間煮沸すると全く光沢はなくなる）事から考えて魚鱗箔には極微量の蛋白質が関係して居るのではないかと考える。魚鱗箔を懸濁させた液にペプシンを加え，48 時間適温で消化せしめると之は却つてよく光る。然し此の事実は，ペプシン消化により箔に附着せる過剰の蛋白質が除かれて，溶剤に対して表面が濡れ易くなつた爲ではないかと考えられる。

4. 魚鱗箔代用品

魚鱗箔代用品を得るには物理的方法と化学的方法がある。物理的方法とは眞珠光沢が，極く薄い透明層の堆積に対する光の干渉の現象であるから，此の様な層を作り干渉現象を起させるという考えである。之に関して外國でも又日本に於ても色々の特許が得られて居るけれども，多くはゼラチンの薄層を重ねる考え方である。之は模造眞珠の如く余り高い熱を掛ける必要のないものには用い得るであろうが，セルロイドに用うるには製造の際に 100°C 以上の熱は必らずかけるから，40°C 以下で減圧で注意深く乾燥しなくては透明なものが得られない様なゼラチンをセルロイドに用うるのは非常に困難である。

化学的な方法は屈折率 1.48 以上の化合物の結晶を利用する考えである。代用として用いられる爲には次の様な諸條件を備えたものでなくてはならない。

1. 眞珠光沢，絹絲光沢，玻璃光沢等の光沢を有して居る事.
2. 非常に微細な結晶である事.
3. 融点の比較的高い事.
4. 有機溶剤に不溶である事.

以上の條件を満足する結晶であれば何でも用い得る筈である。著者等は此の様な條件を有している結晶を製造しセルロイドにねり合せて試驗したが，何れも不成功であつた。

試用した結晶はチロシン，ステアリン酸亜鉛塩，ピロ硫酸バリウム，塩基性炭酸鉛，塩素酸加里，蒼鉛の種々の化合物，燐酸マグネシウムアンモン等である。

終りに臨んで元素分析をお願いした京大農学部三井哲夫氏並に種々便宜を与えられたる大日本セルロイド株式会社，前社長西宗茂二氏，山田昌博士，加藤，内山両氏，人造眞珠協会理事長高岡齊博士に厚く謝意を表する。

文　献

(1) 大日本セルロイド株式会社魚鱗部
実績平均
(2) 北水試旬報：68 號，9 頁（昭 4).
(3) N. M. Carter: Progress Report of the Pacific Coast Stations, No. 55, June, 1943
(4) Barreswil: C. r. **53**, 246 (1861)
Bethe: Zs. physiol. Chem., **20**, 472 (1895)
(5) Brücke: Monats. Chem., VII, 617 (1886)

魚鱗箔の研究 第2報

「トマトサーヂン」中の魚體染色の一因に就て*)

Studies on the Iridescent Substance of Fish Scales

2. On a Cause of the Spoilage of Fish-Meat in the Canned Tomato-Sardines

小幡彌太郎・五十嵐久尙・石田昌男

Y. OBATA, H. IGARASHI & M. ISHIDA

(北海道大学農学部水産化学教室)

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

When we open cans containing tomato-sardines, the enclosed fish-meat is often found to have been dyed pink. Presuming that this spoilage might be caused by accarotinoid pigment, licopine, in tomato, we have carried out experiments to know the effects of licopine and tomato-purée upon guanin.

The results are as follows:

1) When licopine becomes a solution, it dyes guanin with ease.
2) Guanin placed in tomato-purée is dyed with the latter only after many hours.
3) Guanin which has come in contact with oil is readily dyed with tomato-purée.

緒　　言

「トマトサーヂン」とは鰯を「トマトピューレー」に浸漬した罐詰製品であると簡単に定義し得るが，製造法には種々あつて，原料鰯の体質により夫々適当な方法をとらねばならないといわれて居る。「トマトサーヂン」は開罐した時に，赤い「トマトピューレー」に銀白色の鰯の腹部が光つて居る様な外観が大切なもので，此の爲に肉詰には特に考慮が拂われて居る。

所が最近"トマトの色素は絶対に魚体を染色しないという事が，「トマトサーヂン」製造家の間では常識となつて居たが，工場に於て行う開罐試驗の際，再三魚体に染色したものを発見した。染色部分は仮に鰯の皮膚を内皮と外皮に分け，外皮は硬くて光沢のある部分，内皮は銀白色を呈する部分とすると，此の銀白部が主に着色する。染色は油鰯よりも寧ろ水鰯に多く見られる様である。確認の爲に色々のトマトを用いて脱脂した純毛の毛絲を長時煮沸した所，全部各種類に亘つて多少の差こそあれ，染色を来した。"と報告された。[1] 鰯に限らず，魚の皮膚の銀白色は皆「グアニン」を主体とするものであるから，著者等は以上の現象が，トマト果実中のカロチノイド色素リコピンによる染色と推定し実驗を試み次の結果を得た。

(1) リコピンが溶液と成つた時，容易に染色される。

(昭和 25 年 2 月 6 日受理)

*) 北大農学部水産学教室報告 第 110 号
Contribution No. 110 from the Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

（2） トマトピューレー中では染色に長時間を要する。
（3） 油と接触したグアニンは，トマトピューレーによつて染色され易い。

実 驗 の 部

I 試料の調製

a) グ ア ニ ン

太刀魚魚鱗箔に稀塩酸を加え，煮沸溶解して濾過し，濾液を放置すると針狀結晶が出来る。此の結晶は元素分析の結果，グアニン塩酸塩・($C^5H^5ON^5 \cdot HCl + 2H_2O$) である事が確認された。此のグアニンの塩酸塩を苛性曹達で正確に中和するとグアニンは白色の沈澱となる。此の沈澱を濾別し十分に水洗，乾燥する。

b) リ コ ピ ン[2)]

トマトの新鮮な果実 1 kg. を手でつぶして，1 l. のエタノールを加え，一日放置する。之を布で濾し，殘渣には更にアルコールを加えて一日放置する。之を布で搾る。得られる汁液は一日目は淡黄色，二日目は黄色で主にカロチンを含む。圧搾した果肉は，眞空乾燥器で 35°C 以下の溫度で乾燥する。乾燥したものから出来得る限り種子を除いて得た粉末狀の桃色の果肉は約 22 g. であつた。之に 200 cc. の二硫化炭素を加えて 1 時間半放置する。この浸出液を 35°C，炭酸ガス氣流中で約 10 分の 1 容迄濃縮して濃紅色のものを得た。之に無水アルコール約 100 cc. を加えると直ちに微細な濃紅色のリコピンの粗結晶が得られる。之を濾別して，石油エーテルで洗い，光を避けてデシケーター中で乾燥する。

c) トマトピューレー

トマトの果実を手で潰して之を木綿袋で搾汁し，此の汁液を湯浴上で約半量になる迄濃縮する。

II 染 色 試 驗

1. リコピン溶液に依る染色

粗製リコピンをアセトンに溶解したものと，グアニンをアセトンに浸漬したものを混合，一夜放置すると着色が認められる。又リコピン-アセトン溶液に鰐皮膚，鰊鰾を浸し，放置すると染色する。乾燥後アセトンで抽出しても色素は抽出されない。

2. リコピン懸濁液による染色

リコピンは水に溶けず，懸濁する。之にグアニンを加えても染色しない。

3. トマトピューレーによる染色

トマトピューレーにグアニンを加えても染色は中々みられないが，長期間放置すると幾分着色が認められる。グアニンを大豆油に浸し油を濾別して，トマトピューレーを加えると 4～5 日後には稍染色が認められる。

トマトピューレーにグアニンを加えて，之を 100°C に 10 分間，30 分間，60 分間加熱してみたが，短時日に着色が認められる事はない。

グアニンを大豆油に浸して 120°C に 60 分間加熱した後，油を濾別して之にトマトピューレーを加えると数時間で稍染色を示す。大豆油を使用しない時は染色されない。

グアニンを大豆油に浸して 120°C に 1 時間半加熱した後，90°C に加熱したトマトピューレーを加え直ちに封管，更に 120°C に 1 時間半加熱したものは稍染色を示す。

結 論

リコピンのアセトン溶液によりグアニンは着色するが，トマトピューレーに依つては染色しない。之は染色が吸着現象であることを示すものである。アセトンの如く，グアニン粒子の中によく浸透して互に接し合う溶媒では染色出来るが，水の如く粒子中に浸透し難いものでは，リコピン粒子とグアニン粒子の接触が困難となり染色し難くなる。

出来得る限り繊詰の製造に近い條件で油を用いて実驗すると染色する。從つてトマトサーヂン罐内の染色は，魚体の外皮と内皮の間に間隙を生じ，トマトピューレーが浸入してグアニン層と永く接触した時に起るものと解される。又油煙法の如く，リコピン溶解の機会の多いものも染色の機会を多くするものと考えられる。人工着色料を使用したトマトピューレーは白毛絲をつけて，水洗しても赤く染まるから使用を避けねばならない事は当然であるが，人工着色料を使用して居ない良心的メーカー製品でもグアニンの染色による赤変が起るから注意が肝要である。從つて鮮度の良い上皮とグアニン層が緊密に結合した鰐を用うるか，塩漬等によつて上下二層の密着を図ることが肝要である。

文 献

（1） 鈴木四郎； 食糧の科学， Vol. 3, No. 9, p. 8. （2） 服部靜夫； 植物色素， p. 28.

魚肉鮮度の簡易測定法に關する研究 第3報 p-キノンによる呈色反應の定量への應用*)

The Color Reaction Method for the Judgement of the Fishmeat-Freshness 3. Application of the Color Reaction of p-Quinone induced by the Putrefaction Products of Fish-Meat to the Quantitative Determination of the Fish-meat Freshness

小幡彌太郎・石田昌男 Y. OBATA & M. ISHIDA

(北海道大学農学部水產学教室)

Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Hokkaido University

In the previous paper we have reported that the p-quinone reaction was applicable qualitatively as a simple determination method of the fish-meat freshness.

The present experiments were carried out to see whether the same reaction would be applicable or not as a quantitative determination method. The results so far obtained are as follows.

The reddish brown color of the reagent shows a tendency to become more dark in proportion as the loss of the fish-meat freshness advances.

But it is impossible to detect precisely by the color reaction method the critical grade of the loss in the fish-meat freshness considered from the sanitary point of view.

Furthermore, the color reaction of p-quinone proves hardly applicable to a quantitative colorimetric determination of the fish-meat freshness on account of a lot of technical difficulties to prepare necessary standard colors.

我々は第1報[1]及び第2報[2]に於て魚肉の變敗に伴つて生成するピペリヂン，ピロリヂン等がp-キノンと反応してヂピペリヂルキノン，ヂピロリヂルキノンとなり，p-キノンアルコール溶液の色を黄色から赤褐色に変化し，之によつて定性的に鮮度の測定が出来る事を報告したのであるが，今回之を定量的にも用い得るか否かに就て研究した結果を報告する。

使用した試薬は前報と同じくp-キノン (m. p. 116 C) を94%アルコールに溶解，0.05%溶液とした。此の溶液は変化し易く，之を直射日光に曝す時は，非常に速に黄色から濃褐色に変化し，冷暗所に置いても数日で稍変色する。此の爲に試薬は使用する度に新しく調製しなければならない。又p-キノンアルコール溶液は色々の塩基性化合物，例えばアンモニア，トリメチルアミン，モノメチルアミン，

(昭和25年2月6日受理)

*) 北大農学部水產学教室報告 第114号
Contribution No. 114 from the Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

ピペリヂン，ピロリヂン等によつて黄色から茶褐色乃至赤紫色に変色するので，pH の変化によつて変色するのではないかと考えて Sörensen の pH 基準液を作り，此の基準液 5 cc. に試薬 1 cc. を加えて見た。此の場合は pH 8 以上では変色するが，pH が 8 より低いものでは変色は数日間認められず，鮮度を測定すべき魚肉の pH が 8 以上である事は先ず考えられないから pH による影響は考慮の必要がないものと思われる。p-キノンアルコール溶液の黄色が変化して出来る色の二三の例を第 I 表に掲げる。尚之は Ridgeway の Color Standards[3] から，その色に等しいと考えられるものを抜き出したものである。

TABLE I

Color Change of p-Quinone Alcohol Solutions

	Color	Tone	Color Name
Blank	23 Yellow	d	Picric Yellow
	13''' OY-O	b	Vinaceous Fawn
m/15 Na_2HPO_4	13'' OY-O	d	Light Vinaceous-Cinnamon
(pH 9.18)	7' R-O	d	Flesh Color
	11 Orange	f	Orange pink
	17'' O-Y	i	Tawny-olive
21.8 mg NH_3/5 cc	17' O-Y	i	Backthorn Brown
added	17 O-Y	i	Raw Sienna
	7' R-O	b	Carrot Red
5 cc of N/50 $(CH_3)_3$ N	7 R-O	b	Grenadine
added	7 R-O	f	Safrano Pink
	7'' R-O	d	Light Congo Pink
Mackerel	7' R-O	d	Flesh Color
meat	5 OO-R	f	Shrimp-Pink
Small	9 OR-O	f	Orient Pink
Mackerel	7 R-O	f	Safrano Pink
meat	5 OO-R	f	Shrimp-Pink

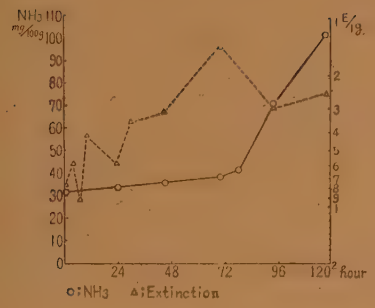
On the last two cases, fish meat, about 2 g, is extracted by 15 cc. of 94% Ethanol, then alcohol is added to the extract until 20 cc. 5 cc of this solution is added to 1 cc 0.05 % of p-quinone 94 % alcohol solution.

実験は最初ブルフリッヒ光度計による定量と，化学的方法として最も一般に広く用いられるアンモニア定量を同時に平行して行つた。比色定量特に p-キノン反応の如く，色調が一定になつて留まる時間が短く，時間と共に色調が変化する場合には，二つの方法が考えられる。一つは或る標準色を定め，此の色になるに要する時間を測定する方法であり，他の一つは一定の時間を定めて此の経過後に出て来る色を数量的に表現する方法である。此の定量では標準色を定める事が困難と考えられたので後の方法に依つた。

その結果，アンモニア定量は 4 日目に到り急激に増加して鮮度の低下を知り得るが，一方ブルフリッヒ光度計による定量では一つの傾向は察知し得るけれども，明らかな鮮度低下点を指摘する事は出来なかつた。(第 I 図)

ブルフリッヒ光度計による光度の測定よりデュボスク比色計の如きもので比色定量する方がよいのではないかと考えて，此の定量法を考えて見た。

Fig. 1



此の場合は，一番問題になるのが標準としてとるべき色調であつて之を定める事が，時間を測定するにせよ，又濃度を測定するにせよ必要である。所がp-キノンによる呈色反応はその反応物質も種々考えられ，決して簡單な反応ではない。故に定量操作と同じ機構により標準色を作る事は殆んど出来ない事である。それで此の場合は自分で標準色を作る事になるが，p-キノン反応は無色から赤色に着色して行くという様な單純なものではなく，黄色から赤褐色になつていくという変化であり，又前述した如く，反応中に光に依る影響も考えられ，一定の色に長く留まつて居るという事はなく，時刻と共に色調も変化して行く。それで最後には一定の色調にはなるが，此の爲には数日を要する爲，鮮度測定には無意味である。それで大体ブルフリッヒ光度計による定量の場合と同様に処理して出た時の色に類似した色を人工的に作つて比較する方法を考えて見た。即ち赤色としてはメチル赤，黄色として重クロム酸加里，褐色としてビスマルクブラウンを用い，此の 0.01 g. を蒸溜水に溶解して 100 cc. としたものを色々の割合に混合して見たが，肉眼で見て大体同一色と思われるものを数種作つて之を標準色として比色計を使用して見ると，何れもどの色かが不足であつたり，多過ぎたりして標準とならない。單に 2 色からのみ成る場合には，一方の色の液体に他の色の液体を比色し乍ら，同一色となる迄加えていく事も出来るが，どの二色を組合せても標準色は出来ない。それで此の比色定量は出来ないか出来ても非常に複雑であつて実用的にはならないと考えられる。併し乍ら，前報に於ても報告した如く鮮度の低下に伴つて非常に速かに変色する事も事実であるから，定性的には確に使用出来るものと考えられる。

実 驗 の 部

試料として用いたのは重量約 1.3 kg. のホツケ（♂）で市場で購入したのが午前 10 時頃で，捕獲したのは当日の午前 2—3 時頃と考えられる。之を 6 日間 10°C±2°C の冷暗所に貯藏した。魚肉は必要に応じて解剖刀で截取した。

a. アンモニア定量[4]

試料約 10 g. を取り，之をフオリン法により処理し，アンモニア量を定量して 100 g. 中のアンモニア量を計算した結果は，次の様である。（第 II 表）

b. 吸 光 率 測 定

試料約 2 g. を取り，之を 94 % アルコール 15 cc. で浸出，濾過しアルコールを加えて液量を正確に 20 cc. とする。フイルターは S- フイルターの No. 4 を用い，0.05 % の p- キノン 94 % アルコール溶液の 1 cc. を上の浸出液 2 cc. に加えたものと，蒸溜水を 5 分後に比較する。各々に就き 3 回定量した結果の平均値を，1 g. の場合に換算したものは次の如くである。（第 II 表）

TABLE II

NO.	Time (O'clock)	Ammonia (mg/100 g.)	Extinction per 1 g
1	1st day 11.5 a.m.	31.11	0.076

2	〃 3 p.m.	……	0.059
3	5 p.m.	……	0.092
4	7 p.m.	……	0.041
5	2nd day 10 a.m.	33.50	0.059
6	4 p.m.	……	0.036
7	3rd day 9 a.m.	35.31	0.031
8	4th day 9 a.m.	38.66	0.015
8′	4 p.m.	41.34	……
9	5th day 9 a.m.	71.18	0.030
10	6th day 9 a.m.	103.87	0.026

此の結果を更にグラフで図示すると次の様になる。(第 I 図)

概　　要

前報 p-キノン反応は魚肉鮮度簡易測定法として定性的に応用出来る事を報告したが，今回は更に定量への応用が可能か否かを検討した。その結果一つの傾向は見出せるが，明確に変敗点を指摘する事は出来ず，比色定量的にも非常に困難である事が判明した。

文　　献

1) 小幡，座間；日本水産学会　昭和 24 年度大会講演.
2) 〃　〃；　〃　〃
3) Ridgeway; Color standards and Color Nomenclature, Washington, D.C. 1912.
4) 天野慶之；魚肉鮮度検査法，1949.

鯨油色素に關する研究 第二報
色素抽出に就いて
i) 苛性ソーダに依る抽出

A Study on Pigment of Whale Oil
2. The Extraction of Pigment
i) The Extraction by Sodium Hydroxide

向井五三 I. MUKAI

〔浪速大学〕

In order to ascertain the chemical composition of the pigment of common rorquals, the writer have continued after the first report a study of the extracti n of the pigment and obtained the following results.

(1) It was discovered that sodium hydroxide was most desirable as the extracting drug of the pigment absorbed to the fuller's earth.

(2) It was discovered that the extraction of the pigment by sodium hydroxide was most desirable on the following conditions.

(a) The concentration of 3% of sodium hydroxide was most desirable on experiment, 20% quantity of fuller's earth was favorable to 3% of sodium hydroxide.

(b) The pigment was extracted perfectly above 5°C.

The time required for the completion of extraction of pigment from the fuller's earth was shorten as the temperature rose.

But, it was discovered that above 60°C, it was unfavorable since the extracting pigment turned into deep color.

Consequently, it was most desirable when the extraction was treated for an hour at 60°C.

In the case of a large quantity, we obtained the results that the treatment for 3 hours at the room temperature was the fittest.

緒 言

第一報[1]に引続いて，長須鯨油の色素を活性白土に吸着させたものから，色素抽出の試験を行つたので，此處に報告する。

実 驗 之 部

1) 抽出劑の選定

色素吸着白土より，色素を抽出する抽出劑として，予め各種溶劑，酸類，塩基類等を使用した。その結果は次の如くである。

溶劑としては，エーテル，石油エーテル，石油ベンジン，アルコール，アセトン，クロロホルム，四塩化炭素等を使用したが，之等溶劑は油脂及色素の一部分を抽出するのみで，其の目的を達し得なかつた。

次に酸類に就いて，稀塩酸，稀硫酸，稀硝酸，醋酸，炭酸，酢酸，乳酸，蟻酸，枸櫞酸等の何れに於いても，抽出不可能なる事を知つた。

塩基類として，水酸化カルシウム，水酸化ナトリウム，水酸化カリウム，水酸化アンモン，水酸化ア

〔昭和25年3月20日受領〕

ルミニウムの夫々 3% 液を抽出剤とした。而して，之等抽出剤の処理に当つては，抽出剤 100 cc に対し吸着白土 20 g を加え，室温（18°C），処理時間を 3 時間として，5 分毎に 5 秒間攪拌した。

其の試験の結果は，第一表に示す様である。

TABLE. I

BASE	MOLECULAR FORMULA	INTENSITY OF COLOUR
Calcium hydroxide	$Ca(OH)_2$	2°
Sodium hydroxide	NaOH	48°
Potassium hydroxide	KOH	ca. 18° (Emulsion)
Ammonium hydroxide	NH_4OH	ca. 2° (Emulsion)
Aluminum hydroxide	$Al(OH)_3$	0°

〔NOTE〕

CONDITION OF EXTRACTION.

CONCENTRATION OF BASE ..... 3 %
TEMPERATURE ..... 18°C
TIME 3h
SAMPLE ..... 20 %

色素抽出に於ける溶剤としては，水酸化ナトリウムが最も好結果を得る事を知つた。

2) NaOH に依る色素抽出

a) NaOH 液に対する白土量　著者は第一表に示す如く，3% NaOH 液に対して吸着白土の 0.1 % より 25 % 迄の各種 % 量を添加した 9 種の液に就いて，室温（18°C），攪拌は 5 分毎に 5 秒づつ行いつゝ，最大量である 25 % 添加のものが均等崩壊白濁して，色素吸着に依る黒褐色白土粗粒子を認めなくなつてから更に 30 分間経過後，之を遠心分離機 5,000/m. にて 10 分間回転分離した液の色度を測つた結果，第二表の色度（i）を得た。

更に（i）に使用した脱色白土に就いて，之と同様の 3% NaOH を添加し，第一回抽出に準じて抽出を終つた液に就いて，（ii）を得た。

TABLE. II

SAMPLE %		0.1	0.5	1.0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
INTENSITY OF COLOUR	i	0°	1°	3°	10°	28°	34°	48°	52°
	ii	0°	0°	1°	2°	3°	3°	3°	4°

〔NOTE〕

CONDITION OF EXTRACTION

CONCENTRATION OF SODIUMHYDROXIDE 3%
TEMPERTURE ..... 18°C
TIME .....3h.　　SAMPLE 20%
i.....1st.　EXTRACTION
ii.....2nd.　EXTRACTION

以上の実験に於いて，25 % では吸着白土の均等崩壊及び，色素液分離に困難を来し，且つ脱色白土中

に 4° の色素を残すので，20 % 量の吸着白土を使用するのが，最良であることを知つた。

(b) 色素抽出に於ける，NaOH の濃度 (1) 及び (2) の (a) に於いて，仮に 3 % NaOH 液を使用して実験を行つて来たが，果して此の%量が抽出に際して最適なるや否や，吟味する必要があるので，此処に以下の如き試験を行つた。

常温 (18°C) に於いて，NaOH の 1 % より，25 % 迄の夫々の液に就いて，攪拌は 5 分毎に 5 秒づつ行い，3 % NaOH に添加した吸着白土が均等崩壊白濁して，色素吸着の黒褐色白土粒子を認めなくなつて後，更に 30 分間を経て，之を遠心分離機 5,000/m にて 10 分間回転分離して試験した結果は，第三表の如くである。

TABLE. III

NaOH %	1	2	3	4	5	10	15	20	25
INTENSITY OF COLOUR	ca. 10° (Emulsion)	ca. 38° (Emulsion)	48°	34°	33°	31°	24°	10°	7°
STATE OF ISOMATIC COLLAPSE (AFTER 3h)	+	+	+	+	+	+	+	−	−

〔NOTE〕

CONDITION OF EXTRACTION

TEMPERATURE ..... 18°C

TIME 3h

SAMPLE ..... 20 %

NaOH 2 % 以下に於いては，油，鹸化物，其他の物質が乳状化して，色素分離不能となり，又 4 % NaOH 以上の % に於いては，NaOH の濃度が高くなるにつれて，抽出液の色度低下を来し，20 % 以上にては，吸着白土の均等崩壊に困難を生じた。即ち 3 % NaOH に依る，吸着白土処理が最も多く色素液を抽出し，且つ分離も好結果を得る事を知つた。

(c) 色素抽出に於ける温度と時間の関係　温度に関する試験　3 % NaOH に対して，20 % の色素吸着白土を使用し，攪拌は 5 分毎に 5 秒づつ行い，5°C, 18°C, 40°C, 60°C, 100°C, の夫々の温度に於いて，均等崩壊白濁して黒褐色白土粗粒子を認めなくなつた時間を測定の結果，第四表の成績を得た。

TABLE. IV

TEMPERATURE	TIME (h.)	INTENSITY OF COLOUR
5°C	3.5	48°
18°C	2.5	48°
40°C	1.5	48°
60°C	1.0	48°
100°C	0.5	49°

〔NOTE〕

CONDITION OF EXTRACTION

CONCENTRATION OF SODIUMHYDROXIDE 3%

SAMPLE 20%

表より 5°C より 100°C 迄の夫々の溫度に於いて，溫度の上昇と共に均等崩壊の時間が短縮される。次に又別の実驗として色度 20° の色素抽出液に就き，5°C，18°C，40°C，60°C，70°C，80°C，90°C，100°C 迄の夫々の溫度に於いて，2 時間加溫して試驗したところ，5°C より 60°C 迄の夫々の溫度に於いては，色度の変化は認められず，70°C 以上の溫度に於いては，色素は変化し，色度が約 1° 余り高まる事を知つた。

以上の結果，60°C 以下なれば良好なる成績を得ることを知つたが，各種実驗の操作上，室溫処理が最良なる方法と考えられる。

故に今後の実驗に当つては溫度は室溫を選ぶ事とする。

時間に関する試驗　3% NaOH に対し，20% の吸着白土を用い，室溫（18°C），攪拌は 5 分毎に 5 秒づゝ行い，色素吸着白土が均等崩壊して，色素吸着の黒褐色白土粗粒子を認めなくなつて後，更に 5 分毎に 5 秒づゝ攪拌しつゝ，15 分，30 分，1 時間，1.5 時間，2.0 時間，2.5 時間，3 時間抽出を行つたその結果，15 分に於ける，抽出液の色度は，30 分より以後の抽出液よりも 1° 低く未だ抽出不充分であつた。即ち 18°C に於いては，色素吸着白土が均等崩壊して後更に 30 分間抽出する事に依つて，好結果が得られるのである。

(3)　抽出色素液の精製

3% NaOH に依る抽出色素液中には，多少の鯨油，及び不鹸化物其の他の物質が含有されていて，之等を完全に分離する事は困難と考えられたが，先ず著者は抽出液を 5°C 以下に冷却したところ，表面に固化する物質が存在する事を知つたので，之を濾過し，其の濾過物を洗滌の意味で 5°C 以下の 3% NaOH にて処理して充分色素を採取した後，之を除去した。此の除去した固形物の詳細に就いては，何れ他の機会に報告する。

更に抽出液の上層に液狀油が浮游したので之をセパレーターにて比重分離を行い，透明赤褐色の色素抽出液を得た。

結　　論

著者は長須鯨油の色素の化学的組成を究明せんとして，第一報[1]に引続いて色素抽出に関する研究を行つたが，その結果は以下の様である。

(1)　活性白土に吸着された色素の抽出剤としては，水酸化ナトリウムが最も適する事を知つた。

(2)　水酸化ナトリウムに依る色素抽出に於いて，次の條件の下に行う事が最も好結果を得る事を知つた。

(a)　水酸化ナトリウムは濃度 3% が最も好結果を得る。3% NaOH に対する吸着白土の使用量は 20% が実驗上好都合であつた。

(b)　色素抽出溫度と時間の関係に於いて，5°C 以上では色素は完全に抽出される，又吸着白土の色素抽出完了は，溫度の高まるにつれて時間が短縮されるが，60°C 以上に於いては，抽出された色素が変化し，濃色となる爲，不適当である事を知つた。そこで色素抽出は 60°C に於いて，1 時間抽出する事が最も好結果を得る事を知つた。而して大量処理の場合，溫度は室溫が最適なるが故に，室溫に於いて抽出完了し得る時間を試驗するに，3 時間処理によるものが良好なる結果を得た。

第 2 報を終るにあたり，この研究に就いて御指導を賜つた，浪速大学農学博士岩狹与三郎教授に厚く謝意を表す。

参考文献

1) 岩狹・向井：本誌，16 (2)，1950.

曳網の中に於ける魚群の活動

An Experiment on the Behaviour of Fishes toward a Drag-net

大島泰雄 Y. OHSHIMA

(東大農学部水産学科)

The behaviour of fishes driven by a drag-net or besieged in it was studied experimentally. By means of the model of drag-nets, the mesh of which is so large as the fishes, *Hyprocheilus latipes* (T. et SCHL.), can pass through and which moves automatically along a long tank (see Fig. 1). According to Exp. 1 and 3, the fishes, majority of them, don't pss through the moving net, so far as the net's velocity is of a range, 0.20—0.06 Meter/second. Exp. 2 indicates that they besiged in the wing of a drag-net don't fall into the bag. The results have been summarized in Table 1—8. It is suggested through another result obtained by an out-door experiment, which was carried out on the fishing-action of an small drag-net used to catch young fishes in the shallow water, that the knowledge obtained by the laboratory experiment is applicable to practical works.

漁網に対する魚群の基本的行動については，定置網について又その網目の通過に関してかなり多くの実験的研究があるが，移動する網に対する魚群の行動についてはまだ何も試みられていない。こゝでは地曳網のような曳網内に獲りこまれた魚群の行動について実験を行つた結果を報告する。

実験方法　長さ 125.5，巾 41 cm 深さ 25 cm の木製木槽を使つて，針金の枠に張つた網を水槽の一端から他端へ移動させる。網は水槽の両壁上に乗せられた車に取り付けられ，水槽の外にある 1/20 馬力モーターによつてひつぱられて自動的に移動し，水槽の終端で自動的に停止する。網の移動速度は 0.20，0.17，0.09，0.05 m/sec を基準にとつた。網目の一片の長さ約 1.8 cm，絲の太さは 3×2 で，枠に張られた網目の縦及び横軸の長さは夫々約 2.6cm となる。実験材料にはメダカ(体長 2.5 cm 前後)を使つたが，網が静止しているならばメダカは自由にこの網目を通過することができる。このように大きな網目を使つた理由は網に対するメダカの反応を観察して記録する上に都合がよいからであつて，その結果からもつと細かい網目の網に対する行動をも予想し得ると考えたからである。なお，網地はカツチで染めてあり，水槽の内壁は木地のまゝ塗装せず，また車の移動によつて生ずる騒音は水槽の側壁上にゴム板を張ること等によつて除去されるように注意した。網地の色調や網枠及び車の騒音による影響については後で述べるように補正実験を行つた。

魚群の個体数を 20 尾と定め，実験に当つて始めに直径 7 cm，高さ 22.5 cm の底のない透明なセルロイド円筒を網の手前約 25 cm のところに立て，その中にメダカを入れる。そして，円筒を取去つてメダカの群が游泳し始める直前に網を移動させる。円筒内にメダカを放置する時間によつて，円筒を取去つてからその場を魚群が游ぎ出すまでの時間が変る(註)。従つて実験操作を考えに入れてこの点を案配する。このようにして第 1 回の実験を行うと，続いて網を始点に戻し(魚群は反対側に移る)魚群が網の方向に游泳してその先頭の個体が網の手前 20～30 cm のところに来た時，再び網を移動させて第 2 回の記録をとる。従つて第 1 回は魚群が網の手前で静止している場合について，第 2 回は魚群が網の方向に泳いで来る場合について実験を行うことになる。

(昭和 25 年 1 月 26 日受理)

(註) この点については色々問題があるがこゝでは深く触れない。

実験中室内は暗くして水槽の上部，水面 85 cm 上のところにマツダ・バイタライトランプ（100V, 300W）を点燈した。従つて移動し始める前の網は前面から照射されて居り，網枠その他の蔭影は網及び網の手前には落ちない。後で述べるように網が移動して魚群がこれに定位した場合には，この点はたいして問題にする必要がないと考えられる。

実　験　1.

この実験で使用した模型網は第 1 図 1 のように網口を結ぶ線と角度 60° をなす左右の袖網（A）と網の最後部即ち曳網でいえば袋口に当る部分を立ち切つた網（B）とよりなる。網地はカツチで染めてあり，針金の枠に固定してある。

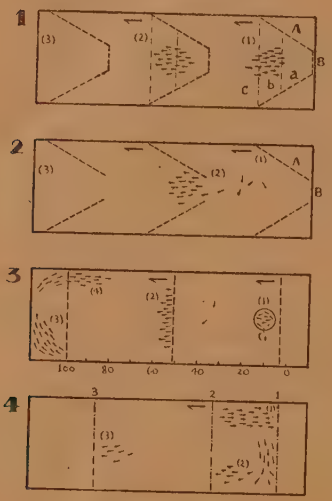


Fig. 1.
Ci: a celluloid cylinder to keep the fishes before the experiments begin.

実験操作は前に述べたとおりであるが，網の移動中網目を抜ける魚数，それが抜けた網の部分（A又はB），その時の水槽内に於ける網の位置及び網が水槽の略々中央にさしかゝつた時に網の中に於ける魚群の分布状態について記録をとつた。なお，この場合魚群が網に向つて進行する際には網が移動する直前の網に対する魚群の位置を記録した。

結　果　網が移動し始める前に網の手前で魚群が開放された場合（1）と網の方向に魚群が進行する場合（2）の結果は夫々第 1 及び第 2 表に取纏めてあるようになつた。

メダカの魚群のこの網に対する動きには大体次の点が認められる。（1）の場合にも（2）の場合にも魚群を構成する大部分の個体は網に追いやられて，網の移動する方向に泳ぎ，網目を抜けない。移動中の網内に於ける魚群の分布状態は，網の速度が速い時には網の裏即ち網の最後部（B）に接近して（第 1 図 1 の（a）の部分）一塊となつて泳ぐけれども，それが遅い時には網の入口に近く（図の（b））又は網より稍前方（c）に分布している。網の速度がこの実験の範囲であるならば，それが遅い場合でも魚群が網より前方に泳ぎ去るようなことはなく，網とともに移動する。この点については実験 3）でもつと詳しく観察することにしよう。

Table 1.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through: Number of fishes	Passing-through: Situation	Distribution of fishes in the net (%): a	b	c	Remarks on the conditions of fishes just before the net moves
0.20	1	3 1	0—10(B) 50—60(B)	100	0	0	Motionless
	2	3 1	10—30(A) 40—50(B)	100	0	0	A few individuals begin to swim.
	3	0	— —	100	0	0	Just begin to swim.
	4	3	20—30(B)	100	0	0	Ibid.

0.17	1	1	20—30(A)	85	15	0	Motioniess
	2	0	— —	100	0	0	Ibid.
	3	1	0—10(B)	100	0	0	Ibid.
	4	4	0—20(A~B)	100	0	0	Ibid.
	5	1 4	30—40(B) 0—20(B)	100	0	0	Ibid.
0.09	1	0	— —	35	50	15	Motionless
	2	0	— —	7	20	73	Just begin to swim.
	3	1	10—20(B)	100	0	0	Motionless
	4	3	10—20(B)	100	0	0	Motionless
	5	1	30—40(A)	100	0	0	Motionless
0.06	1	4 1	10—30 (A~B) 40—50(B)	60	40	0	Motionless
	2	0	— —	75	25	0	Just begin to swim
	3	4	0—10(B)	100	0	0	Motionless
	4	0	— —	70	30	0	Just begin to swim

(1): The situation of moving net in a tank when fishes pass through the mesh of net.

(2): The part of net fishes pass through.

Table 2.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through		Distribution of fishes in the net (%)			Remarks- (1)
		Number of fishes	Situation	a	b	c	
0.20	1	1	0—10 (A)	100	0	0	c
	2	0	— —	100	0	0	b
	3	1	40—50 (A)	100	0	0	c
	4	2	20—40 (A)	88	12	0	b
	5	1	0—10 (A)	100	0	0	a
	6	0	— —	68	32	0	c
	7	0	— —	95	5	0	a
	8	0	— —	95	5	0	b
	1	0	— —	14	76	10	c

0.17	2	0	— —	62	38	0	b
	3	1	10—40 (A)	100	0	0	a
	4	0	— —	90	10	0	b
	5	0	— —	90	10	0	c
	6	2	10—20 (A)	89	11	0	b
	7	0	— —	80	20	0	a
	8	0	— —	100	0	0	a
	9	0	— —	85	15	0	a
	10	0	— —	85	15	0	c
0.09	1	0	— —	0	50	50	c
	2	20*	0—10(A-B)	—	—	—	a
	3	0	— —	0	87	13	b
	4	0	— —	100	0	0	a
	5	4	0—10(A-B)	100	0	0	a
	6	1	0—10 (A)	72	28	0	b
	7	1	10—20 (A)	67	33	0	c
	8	0	— —	70	30	0	c
	9	0	— —	75	25	0	a
	10	1	0—10 (A)	80	20	0	c
0.06	1	0	— —	0	60	40	c
	2	3	10—20 (A)	12	47	41	a
	3	0	— —	5	65	30	b
	4	0	— —	0	30	70	b
	5	12*	0—30(A-B)	38	62	0	a
	6	0	— —	45	45	10	c
	7	0	— —	50	30	20	a
	8	2	0—10 (A)	5	65	30	b

(1): The situation of fishes to the net just before it moves. See Fig. 1.
* : The fishes actively pass through the net.

魚群を構成する個体の中網目を抜けた場合を拾つてみると，大部分は網の速度が速いために他動的に抜けたのであつて魚が自動的に網目を抜けたのではない。しかし 2) の場合であると，網の速度が遅くてしかも魚群が網の奥 (a) に達している時には自動的に網目を通過することがあり，このような時には

大半の個体が網目を通過する。網目から抜ける個体の数は網の速度のみでなく，網が動き始める時に於ける魚群と網との相対的位置及び魚群の游泳狀態によつて影響されるだろう。このことは網の中の魚群の分布狀態についても考えられることである。但しこゝで行つた実驗回数の程度ではこれ以上立入つたことを述べるのは危険であるように思われる。

1）の場合にも 2）の場合にも魚の網目の通過は網が移動し始める瞬間か動き始めてから極く僅かな時間内に起ることは第 1 及び第 2 表の通過が生じた時の水槽中に於ける網の移動位置に関する記錄が示すとおりであり，網が移動して魚群がこれに定位してから以後は網目の通過は自動的にも他動的にも起らない。

さてこの模型網の場合，魚群の動きに対する網の影響は網の部分 A と B とのそれに分けて考えることができるが，そのいずれの部分が大きく仂くのであろうか。この点を次の実驗で確かめることにする。

実　驗　2.

この実驗で使つた模型網では実驗 1 で使つたものゝ最後部 B から網地を取除いてある。実驗の條件，操作等はこの点を除いて実驗 1 と同様である。

結　果　魚群が網の手前で開放された場合（1）と網の方向に進行する場合（2）とについて夫々結果を取纏めると第 3 及び第 4 表のようになる。

（1）の場合網の速度が速く 0.17 m/sec になると網の後部 B から後方に取残される個体数がはつ

Tale 3.

Velocity of net m/sec	Exper. No.	Passing-through: Number of fishes	Passing-through: Situation	Distribution of fishes in the net (%): a	b	c	0*	Remarks
0.17	1	17	0—50 (B)	100	0	0	0	Fishes just begin to swim
	2	13	0—50 (B)	100	0	0	0	Motionless
	3	7	0—50 (B)	100	0	0	0	Ibid.
	4	10	0—50 (B)	67	0	0	38	Ibid.
0.09	1	3	50—60 (B)	50	35	0	15	Motionless
	2	1 3	0—10 (B) 50—60 (B)	59	24	0	17	A few individuals begin to swim
	3	2	50—60 (B)	65	25	0	10	Just begin to swim.
	4	3 2	30—50 (B) 50—70 (B)	85	0	0	15	Motionless
0.06	1	2 3	0—10 (B) 10—30 (B)	100	0	0	0	Motionless
	2	0	— —	20	20	60	0	A few individuals begin to swim.
	3	0	— —	0	15	85	0	Just begin to swim.
	4	1	20—50 (B)	70	0	25	5	A few individuals begin to swim.

*: Fishes passing through and following after the net.

きり多くなる。しかし（2）の場合にはそれがはつきりしていない。網が動き始める直前の魚群の網に対する相対的位置及び游泳狀態についても 1）の場合にはその影響が認められるが，2）の場合にはつきりしていない。

1）の場合にも 2）の場合にも B）から抜けて網の後方に取残される個体数は比較的少く，魚群を構

Table 4.

Velocity of net M./sec.	Expr. No.	Passing-through: Number of fishes	Passing-through: Situation	Distribution of fishes in the net (%): a	b	c	0	Remarks
0.17	1	1 5	0—10 A) 0—50 (B)	100	0	0	0	b
	2	6 9	0—10 (A) 10—50 (B)	100	0	0	0	a
	3	0	— —	90	10	0	0	c
	4	2 1	0—10 (A) 50—60 (B)	89	6	0	5	b
	5	0	— —	100	0	0	0	c
	6	3	30—50 (B)	85	0	0	15	b
	7	0	— —	79	21	0	0	b
	8	1	10—20 (B)	100	0	0	0	a
0.09	1	0	— —	0	24	76	0	c
	2	1	0—10 (A)	15	85	0	0	b
	3	18	0—20 (B)	—	—	—	—	a
	4	18	0—20 (B)	—	—	—	—	b
	5	0	— —	10	35	55	0	c
	6	0	— —	55	45	0	0	b
	7	6 3	0—10 (A) 20—30 (B)	82	0	0	18	a
	8	3	0 (A)	76	94	6	0	b
0.06	1	10 1	0—10 (A) 20—30 (B)	78	22	0	0	a
	2	0	— —	20	75	5	0	c
	3	1	10—20 (A)	0	0	100	0	c
	4	7 13	0—50 (A) 0—50 (B)	—	—	—	—	b
	5	0	— —	5	30	65	0	a
	6	0	— —	0	35	65	0	b
	7	2 4	0 (A) 0—50 (A-B)	23	62	15	0	a
	8	8 6	0—20 (A) 0—50 (B)	0	0	40	0	b

成する個体の半数以上がそうなつた場合の実験回数は 2) の場合には特に少く，然かも 2) の場合に網の速度が速いと全数の抜ける場合が全くないことや，B に網が張られていないのに A を通過する個体のあることは注目すべき事柄であると思われる。移動する網の中に於ける抜けなかつた魚群の分布状態や魚群の網に対する定位状態は前実験と同じ傾向を示している。なお網の移動中 B から遅れて抜けた個体の中には網又は網の中の魚群を追尾するものが少数あつた。

要するにこの実験で B に網が張られていない場合にも網が移動する限り B から抜けて後方に取残される個体は意外に少ないことが判り，このような型の網が移動するときには袖網に当る部分（A）が魚群に大きく仂くことが判る。

実　驗　3.

前述の実験 1 で少しく触れたように網に対する魚群の定位について次の実験を試みた。

この実験では網の最も簡単な型として水槽の長軸に垂直に立つ平面の網を使つた。(第 1 図 3 参照) 実験操作は前の実験と同様である。記錄には網が移動している間に網目を通過する魚の数，その際の水槽中に於ける網の位置及び網が水槽の約中央（水槽の終点から 50 cm 手前）に来た時の網に対する魚群の分布状態をとり，更に網が停止してから水槽の終端に追いつめられた魚群の中最初の 1 尾及びその過半数が網目を通過して広いところに出るまでの時間を計測した。

Table 5.

Velocity of net m/sec	The rate of fishes passed through net, (%) *.					
	I		II		III	
	1	2	1	2	1	2
0.30	54.6	14.0	—	—	—	—
0.24	36.0	9.3	—	—	—	—
0.17	9.0	0.0	8.0	3.0	100.0	100.0
0.09	5.0	5.0	5.0	9.0	100.0	100.0
0.06	2.0	2.0	1.0	0.0	—	—

The net being plain in the case I, but coloured in the case II. III: the control, Experiment 4.
*: Average in 5 trials.

結　果　第 5 表（I）が示すように始めに網の手前で靜止していた魚群（(1) の場合）も網の方向に進行した魚群（(2) の場合）も移動する網に当面すると反転して網の進行する方向と同方向に追いやられ，網目を抜ける個体は極めて少ない。網の速度が 0.17～0.06 m/sec では 1 群中網目を抜ける個体の割合（%）は大して変りがないが，速度が 0.24 m/sec 以上になると通過する個体が多くなる。網目の通過は魚群が網に非常に接近している際に網が動き始める場合が多く，この場合には魚が自動的に網目を通過したのか，他動的であるのか見た眼にはつきりしないが，網の速度が非常に早くなると網の移動中に他動的に網目を通過する個体が増える。

網の速度が異なるときもつともはつきり認められることは移動中の網に対する魚群の分布状態に於ける相異である（第 6 表参照）。網の速度が遅いとき魚群の先頭は網より 40～25 cm 前方に有り，網に

Table 6.

The distribution of fishes to the moving net in the Experiment 3.

Expr.	Velocity of net, m/sec		
	0.17	0.09	0.06
1	0 — 10	0 — 30	5 — 30 cm
2	0 — 10	0 — 20	5 — 35

*: Distances between fishes and net.

接近した個体でも 5 cm 以上の間隔があるが，網が速くなると魚群の位置は次第に網に接近し，速度 0.17 m/sec の場合には魚群を構成する大半の個体が網に近接して，その甚しい場合には網目の中に尾部が入つている状態を認めることができる。そして魚群は横に拡がつて前後の分布距離が狭まる。網の速度が非常に遅い時でも，網とともに同じ方向に泳ぎ，網の追跡から逃がれ去ることがない。例えば魚が第 6 表に示すとおり 0.30 m/sec で泳ぐことができるのに対して，網の速度が 0.17 m/sec しかない場合でもこのような結果になる。

Table 7.

Velocity of net m/sec	T_a sec.		T_b sec.	
	1	2	1	2
0.17	94—56 (71.6)*	61—41 (51.2)	201—81 (139.6)	148—58 (101.3)
0.09	62—26 (41.2)	44—24 (35.4)	90—43 (69.1)	96—41 (62.7)
0.06	67—23 (40.7)	32—11 (25.4)	90—49 (77.5)	88—40 (69.5)

*: Average in 5 trials.

網が終点で停止すると水槽の一端の壁と網との狭い区劃に魚群が追ひつめられることになるが，魚群はこの区劃の中を泳ぎ廻わりやがて数尾宛網口を通過して一方の広い水域に出る（第 1 図参照）。そこで網が停止してから群の最初の 1 尾が網を通過するまでの時間 T a と大半の個体（12 尾以上）が通過するまでの時間 T b とを計測すると，第 7 表の示すように T a も T b も網の速度が速い程大なる数値を示す。網の移動速度の魚群に及ぼす影響はこのような点にも認められると考えてよいだろう。

なお，この実験では網地をカツチで染めても染めなくてもその結果に殆んどこれといつた相異は認められなかつた（第 5 表，II）この問題は網地の明かるさと背景の明るさとの関係及び魚種によるこのような明かるさに対する鋭敏さの程度に関する問題でありこゝではこれ以上深く触れないことにする。

実　験　4.

この実験は実験 3 の対照として，針金の枠に網を張らずに，枠のみを移動させた場合の魚群に対する影響を調べるのを目的として行われた。実験方法は実験 3 と同様である。

結　果　第 5 表 III が示すように枠の速度の如何にかゝわらず魚群はその全個体が枠を通り抜ける。なお，この場合次の点が特に注目された。枠の手前で魚群が開放された場合（1）にも魚群が枠の方向に進行する場合（2）にも，枠を通過した個体は多くの場合枠の移動する方向にむきを変え即ち

Table 8.

Species	Catch in the wing of net						Catch in the bag of net					
	1		2		3		1		2		3	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Chaenogobius heptacanthus	107	46.0	124	54.5	395	162.5	7	3.1	15	5.8	9	3.7
Gobius gymnauchen	54	7.7	27	6.0	3	0.2	9	4.7	2	0.3	1	0.1
Syngnathus schlegeli	—	—	2	0.2	7	12.8	8	3.2	22	16.3	10	17.4
Urocampus rikuz enius	6	0.3	22	1.6	8	0.6	28	1.8	92	5.8	2	0.2
Sparus latus (Post larvae)	—	—	1	—	1	—	17	0.6	19	0.7	1	—

Remarks of collection: October 24, 1946. Water-temperature, 18.8 C. Depth, 60-80 cm N, showing the number of fishes, W the weight (gr).

Species	Catch in the wing of net						Catch in the bag of net					
	1		2		3		1		2		3	
	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W	N	W
Lateolabrax japonicus	130	45.6	78	35.6	56	28.7	18	6.1	71	28.8	46	19.7
Sebastodes inermis	39	50.2	22	28.5	5	12.7	11	15.8	18	20.4	28	40.9
Sebastichthys oblongus	1	0.8	—	—	—	—	1	0.1	1	2.5	4	2.4
Gobius gymnauchen	4	4.4	10	10.9	12	12.3	—	—	—	—	3	1.8
Syngnathus schlegeli	7	7.3	5	5.2	2	2.4	3	3.5	6	7.1	10	9.9
Enedrias nebulosus	8	10.1	14	23.1	9	11.4	11	15.9	12	17.3	12	21.6
Chaenogobius annularis (Post larvae)	3	1.8	1	—	1	—	12	0.6	4	0.2	26	1.4

Remarks on collection: May 25, 1947. Water-temperature 17.8 C. Depth, 50-60 cm

定位し，時には枠を追尾することがあつた。枠を追尾する行動は個体により，その程度に差があり，完全な追尾が見られない場合もあるが，枠を通過した直後には多少なりともその傾向が認められる。実験中枠を追尾してそれが終点まで続く結果の出現回数は枠の速度が 0.17 m/sec の時よりも 0.09 m/sec の時の方が多い。

以上の実験結果から枠又は枠を含む移動装置が魚群に無影響であるとはいえないけれども，とにかく魚群は枠を通過するから，前実験に於て枠及びその装置の影響は深く考える必要がないと考える。

考　　察

以上述べた実験結果を要約すると次のようになる。（1）魚群がメダカのようによく游泳する性質をもつならば，又網の速度が魚群のそれより甚しく速くない時には，網の中にとり入れられた魚群は網の移動とともに網口の方向に定位して游泳する。（2）実験 2 の結果が示すように網の後方が曳網の袋口のように開いている場合でも，魚群を構成する大部分の個体は後へ取り残されることがない。（3）曳網の網目がかなり大きく魚が自動的にも他動的にも通過することができる場合でも，魚群が（1）のように定位した後には網目から抜ける個体は非常に少ない。

曳網が曳かれている際には游泳性の魚ならば恐らく以上の諸点を予想することができるのではないだろうか。（1）と（2）について次に実地に野外で小規模の試験を行つた結果を述べよう。（但し網目についてはここでは問題にしない）。

この試験で使用した漁具は小型の稚魚網で，漁撈者二人で夫々両袖についた綱をもつて浅いところを曳いて歩くようにできている。その袋網の網口から全長 1/4 のところに環をつけ綱を通して，稚魚網を一定の距離を曳いてから網を繰り始める直前に他の一人がこの綱をはずして，袋網中の漁獲物と垣網の中及び袋網口にいる漁獲物とを分離して採集し，これ等の漁獲物の種類，個体数，重量等を調べて両者を比較した。試験記録は第 8 表に収録めてあるとおりで，ニクハゼ（Chaenogobius heptacanthus heptacanthus (HILGENDORF) のようによく群をつくり，また游泳性の種類は曳網中には袋網に落ちない。体長 3 cm 前後のスズキの幼魚も袋網に入る個体は思つたよりも少ないことが判つた。曳網中ニクハゼについて観察したところでは，網に接近したところにいる魚群は前述の実験で観察した結果と一致した行動をとる。しかし游泳力の弱い種類や稚魚は大部分が袋網に入ることはいうまでもなく，網の移動速度より著しく游泳速度の速い網に対して特殊の行動をとるボラのような種類はこのような網では漁獲し得ない。

一般に曳網類の袖網の網目は曳網に近いところ程大であるが，特にイカナゴ（Ammodytes personatus GIRARD）を目的とする地曳網，二艘曳網（パッチ網）等の袖網の網目は魚体に比較して非常に大でもり袋網にのみ網目のモア網を使つている。袖網の網目をどの位の大きさにしたならばよいかということは魚種によつて網に対する反応の鋭敏さが違うであろうから一概にはいえないけれども実験の結果（3）から，考えて，また漁具の能率から考えても極端に小さな網目を使うことは無意味であろうし又実際に使つていないと思う。

ここでは曳網中の網に対する魚群の行動を調べる目的であつたから，この問題から派生する細かい点については触れなかつた。又移動する網に関してはこのほかに種々の観点から研究すべき問題が残されていると考える。

電氣漁網の研究（第I報）
—有效周波數の選定に就て—

Study on the Electric Fishing-Screen. I
On the Selection of Effective Frequencies

黑木敏郎 T. KUROKI
（鹿兒島大学水産学部）

Up to the present time, the studies on electric fishing screen have been chiefly attempted upon the ecological processes either by simple electric direct current or by commercial alternative current.

The present writer intended to get more practical and useful effects by finding out the most suitable forms of electric waves, cycles and electric powers through the electrodynamical investigations for the electric fishing screen.

In this paper, the cycle of electric waves which are to be adopted practically has been also discussed theoretically according to some new experimental results. The theoretical foundation was obtained from the experimental facts that confirmed the existence of ζ(zi:to)-point in some kinds of fish. The ζ-point, called by the author, means the boundary point in which the motion, ahead or astern, of fish is to be districted by the shifting presence of the electric stimuli in the body of fish.

In consequence of this investigations the results were summarized as follow:

a) As to the useful cycles a clear distinction between the electrifying one and electrocuting one should be kept strictly.

b) Lower frequency of cycles than that of anticipated one should be employed.

c) Larvae of fish may be protected by limitting the frequencies of cycles.

目 次

I. 緒 言 II. 実驗資料
III. 実驗結果 IV. 周波数選定への考察
V. 実用周波数の算出例 VI. 結 び

I. 緒 言

過去になされた電気網や魚群誘導装置に関する実驗では，主として淡水中の電圧（乃至電流）と電極配置とを研究の対象にとりあげている[1]。本研究に於ては電導度大なる海水中での通電刺戟を活用しようという見地より，所要電力の節減をはかるため，先ず周波数，次に電波形通電時間等を考究し，実用過程になつて海水中での電圧，電極配置等を研究対象とするものである。

電波形，通電時間に関しては第2報以降に発表をゆずり，本報に於ては周波数に関する研究考察のみを掲げる。過去の実驗で用いられた電流は殆ど商業電力 50～ 交流か又は平滑直流のみであり，それも研究の手段として採りあげられているのであつて研究の対象として採りあげられたものではない。本文では漁網装置に活用すべき有效周波数を如何に選ぶべきかを理論的に検討するが，その基礎となる実驗で用いた周波数は直流 0(～)，直流衝撃波 30(～)（30 リズム），正弦波交流 60～ の3種に過ぎないから，本報に導きだされた結果の実用性をさらに試驗するために，目下可変周波数通電装置を作製しつゝある。

II. 實驗資料

II.—1. 電気関係：使用した電極は棒状（直径 2mm×長 20mm，眞鍮）と面状（巾 90mm×長 55mm，鉄線細目網）との2種であり，電圧は 0～12Volt の範囲で適当に変更して試驗した。使用電波形を陰極線オッシ

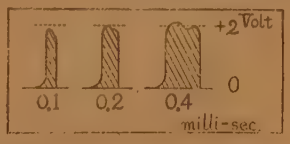


Fig. 1. Forms of electric shock waves.

（昭和 25 年 3 月 14 日受理）

ログラフで観察しつゝ実験したが，30(～)（30リズム）直流衝撃波の通電時間は一波あたり 0.0002sec まで短縮しても受感する事を認めた。波形の一例を示せば Fig. 1 の如くなる。

Table 1. Names & number of species examined

Name	フナ *Carassius auratus*		ウナギ *Anguilla japonica*		エビ *Palaemon nipponensis*		ハゼ *Rhinogobius similis & R. giurius*	
	L cm		L cm		L cm		L cm	
Length & Number	7～9	10	12	1	3～4	4	4～7	4
	10～12	3	17～24	10	7	1		
	22	1	25～33	4				
			46	1				
Total number		14		16		5		4

II.—2. 魚類：対象としてはフナ，ウナギ，エビ，ハゼの 4 種類計 39 尾を使用した。その内訳を Table 1. に示す。採集の時期は 6 月中旬より 7 月初旬に亘つている。

II.—3. 水関係：井戸水を水深 45mm，直径 450mm の木製水槽に満たし，水藻と共に魚類をこれに入れて実験した。水の比抵抗は実験の開始時（水温 17°C）に於て 3140Ω-cm であつても，終了時（水温 22°C）には 3030Ω-cm になるという程度の若干の変化が見られた。

III. 實 驗 結 果

すべて電気刺戟は魚類が落着いて平静な状態になつてから与えることにした。特に視覚又は音覚による刺戟と通電による刺戟と混同しないように注意した。

III.—1. 「フナ」「ハゼ」の場合：体長の方向；上より見て左廻り（反針方向）に体位を転換して電位勾配最小なる位置へ移る（Fig. 2. 参照）。電極を第二位置（図中○印）迄移してやつても左廻りする個体は依然として左廻りで転移する。フナ 14 尾について 20 回試みたところ次のような，末広氏の調果結果[2] に似た値を得た。

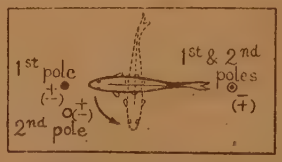


Fig. 2. Reaction for Lengthwise elect. stimulus.

（左廻転移した回数)/(右廻転移した回数）＝8/2

体側の方向；フナに於てもハゼに於ても眼の僅かに後方の点から吻端へ亘る範囲に（体軸に垂直な方向で）両電極を置くと魚は転向して後方へ逃げ去る。

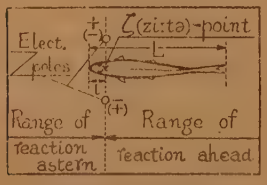


Fig. 3. Reaction for sideward electric stimulus.

その点から後尾の方へ亘る範囲に電極を置くと，電流密度の大きな区域を体の大部分が通過するのもかまわずに魚は前進し，電極間を突破して前方へ逃げ去る。このように電気刺戟が掛るとき前進後退の運動分岐の境界になる魚体の部位を，ζ(zi:tə)-point と名づけ，以後この名称を用いることにする。今，魚体の全長を L cm，吻端より ζ-point 迄の距離を l cm とすれば，フナの 10 例に就ては Table 2. のような値を得た。即ちフナの場合には，吻端から ζ-point 迄の距離は殆ど

Table 2. Value of l/L.
(*Carassius auratus*)

L cm	l cm	l/L × 100(%)
7.5	0.6	8.0
8	0.7	8.8
9	0.8	8.9
9	0.8	8.9
9.5	0.9	9.5
10	1.1	11.0
11	1.2	10.9
11.5	0.9	7.8
15	1.5	10.0
22	2.0	9.1
average value		9.3

体長の如何に拘らず全長の約 1 割程度である事を知つた。

魚体が受傷して居る場合；微弱電流によつても鋭敏に受感し，且 ζ-point も不明確なフナを発見し，細かに観察したところ，側線部に鱗皮下内出血の程度のあるのを認めた。(Fig. 4. 参照)

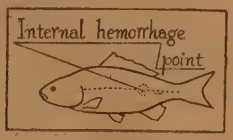


Fig. 4. Injured fish is especially sensible to electric stimuli, and ζ-point is unknown.

面電極の場合；線電極と殆ど同様であるが，体長方向に比べ体側方向に於て稍々鈍感であるように見うけられた。

III.—2. 「ウナギ」の場合：体長の方向；個体が静止していないため，棒電極では測定が不揃いとなり，まとまつた結果が得られなかつた。面電極を用いて測定した結果 (Fig. 5. 参照) 感電電位勾配が，フナ，ハゼ等よりも遙かに小さいと判つたのみである。

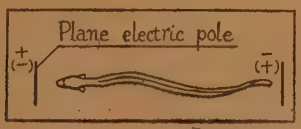


Fig. 5. *Anguilla japonica* with lengthwise electric stimulus.

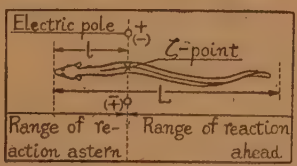


Fig. 6. Reaction to sideward electric stimulus (*Anguilla japonica*).

Table 3. l/L on *Anguilla japonica*.

L cm	l cm	l/L × 100(%)
17	6	35
24	9	38
27	10.5	39
33	12	36
46	16	35
average value		36.6

体側の方向；棒電極を用いて ζ-point のあることを確認した。ほゞ游泳運動の中心と思われる点を境にして，それより頭部側の範囲に電極を置くと，ウナギは後退する。この ζ-point (Table 3. に示すように体長の 36～37 % 附近) より尾部側で刺戟すれば，ウナギは体側が電極に触れるのにもかまわないで強引に前進す

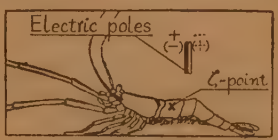


Fig. 7. ζ-point of *Palaemon nipponensis*.

る。棒電極が丁度 ζ-point の垂直線上に置かれた場合には，ウナギは前進後退を 2～3 回繰返して運動の去就に迷うように観察される。特に面電極を用いればこの傾向が著しい。

III.—3. 「エビ」の場合： 前へ跳ぶのと後へ跳ぶのとの境界 ζ-point は，第 2 腹節前部にある。即ち体と同じ高さの両側に電極を置く場合，ζ-point より前であればエビは後方へ普通の仕方で跳び退くし，後に置けば前方へ逆立ちの姿勢をとつて跳び進む。

もし Fig. 7. の如く体側より高位に電極を置けば，エビは跳びはねないでゴソゴソと這つて前進する。そして尾数が電極の直下の線を通り過ぎてから前へ躍れる。一般にエビは電気刺戟に対して著しく敏感であることが観察された。

III.—4. 実驗結果の要約： (1) 魚体のある点 (ζ-point) より，吻端側に感電帶を置けば魚類は後退し，尾端側に置けば前進する。 (2) ζ-point は各魚種によつて体の違つた部位にあるが，同一魚種に於ては殆ど一定の部位にある。即ち体長の如何に拘らず吻端より ζ-point 迄の距離と体長との比は同一魚種では殆ど一定である。 (3) 魚体（特に側線附近）に傷があれば感電は鋭敏である。この事は皮膚刺戟效果に考究の余地のあることを示唆する。

IV. 周波数選定への考察

上に述べたような ζ-point があるという実驗結果から電気漁網に関する全然新しい考え方の展開を試みるのが本報告の主眼点である。いま，線電極を水中に垂直に置いて適当な電流を通じたとすれば，魚類に対しては，不感域・感電域・麻痺域の三界域が生ずるものと思われる。感電乃至麻痺の factor として電流密度をとるよりも電位勾配をとる方が実驗上適確であるという根拠[3]に基き，Fig. 8, 9. には適宜この境界線を記入したが，本論では感電や麻痺の factor が何であろうとも此等の境界線が想定されたら充分である。なお水深に対して電極線長を充分にとれば問題は二次元的にとり扱われる。これらの考えをもとにして使用すべき周波数（リズム）を求めて行けば次のようになる，

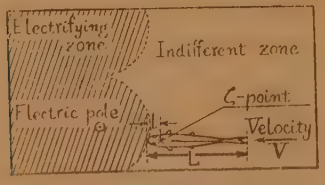


Fig. 8. The case of electrifying rhythms.

IV.—1. 電気網により魚群を誘導せしめんとする場合： 魚を誘導せしめるためには Fig. 8. に於ける感電域（単斜線帶）へ魚の吻端が突入してから ζ-point が境界線を通過する迄の間に少くとも一度は電気刺戟を与えねばならない。もし ζ-point が感電域に入つてから刺戟されると，魚は急泳して電気網をくぐり抜けてしまう結果を生じやすいからである。こゝで魚の游泳速度を V cm/sec，採用すべき電気刺戟の頻度を f_I cycle/sec (or rhythm/sec) とすれば

$$f_I \geqq \frac{V}{l} \quad \cdots\cdots ①$$

でなければならない。しかるに魚種を定めその成魚に関していえば（以下 k は常数）

$$l = k_1 \cdot L \quad , \quad V = k_2 \cdot L$$

$$\therefore \quad f_I \geqq \frac{k_2}{k_1} \quad \cdots\cdots ②$$

即ち一定の魚種に適用すべき電気刺戟リズムは一定であることとなる。又魚が群泳するときにはある体長の範囲では游泳速度（単泳速度より低く，一例[4]によれば約 6 割である。）一定と考えられるから

$$f_I \geqq \frac{V}{l} = \frac{\text{const.}}{k_1 \cdot L} = \frac{k_3}{L} \quad \cdots\cdots ③$$

となり，この游泳魚群中 L' 以下の幼魚を誘導捕獲の目標から除外するためには適用リズムを次の範囲

に制限せねばならぬ。

$$\frac{k_3}{L'} > f'_{\mathrm{I}} \geqq \frac{k_3}{L} \quad \cdots\cdots ④$$

この結果は電気網による魚類の誘導捕獲に於て幼魚濫獲を防止する方向を示すものとして注目に値するものといい得よう。

IV.—2. 魚群を麻痺せしめんとする場合：この場合は感電誘導の如く簡単にはとり扱い得ない。麻痺を確実に達成せしめるには次の 2 つの條件を同時に満足させなければならない。

a) 感電域では 1 回も電気刺戟を与えない。
b) 麻痺域では必ず 1 回以上電気衝撃を与える。

いま，魚の進行方向に於ける感電域（単斜線帶）の巾を d_2 cm，同じく麻痺域（重斜線帶）の巾を d_1 cm とし，且，麻痺域に突入しても全身麻痺を受けない最大突入長さを l_1 cm，麻痺域から逸脱しても全身麻痺を生ずる最大逸脱長さを l_2 cm であるとするならば，a)，b) の條件を満足すべき周波数 f_{II} の範囲は次の式であらわされる。

$$\frac{V}{d_2 + l_1} > f_{\mathrm{II}} > \frac{V}{d_1 - l_1 + l_2} \quad \cdots\cdots ⑤$$

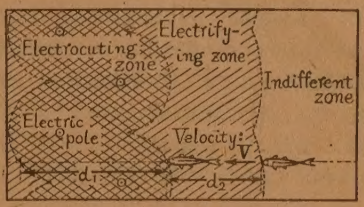


Fig. 9. The case of electrocuting rhythms.

l_1, l_2 が d_1, d_2 よりも遙かに小であれば上式は

$$\frac{V}{d_2} > f_{\mathrm{II}} > \frac{V}{d_1} \quad \cdots\cdots ⑥$$

となる。即ち麻痺域巾が感電域巾よりも大（$d_1 > d_2$）であるように電極配置を考慮しなければならない。これは電気技術的に見て資材面を不利に導く結論である。さらに幼魚濫獲を防止するためには ⑤ 式に於て l_1, l_2 を小にする必要を生ずるが，この場合には f_{II} が ⑥ 式に近ずくとは言つても，V の値も同時に小になるべきことから考えて，その値は不確実なものとなり，效果を期待出来ないものと思われる。要するに，電気漁網を麻痺捕獲に使用するのには，各魚種ごとに愼重な検討を経なければならないことを知るのである。

V. 實用周波數の算出例

適確な資料を集めるのが困難であるが，数例を示せば次のようになる。

V.—1. 感電誘導の場合：「マイワシ」[6] *Sardinia melanosticta*；$V = 40$ cm/sec，$k_1 = 11.5$ % とすれば，③式より $f_{\mathrm{I}} \geqq \frac{348}{L}$ となり，成魚（$L = 35$ cm とする。）では $f_{\mathrm{I}} \geqq 10$ である。$L' = 20$ cm 以下を誘導しないためには ④ 式より次の範囲を得る。

$$17.4 \text{ cycle} > f_{\mathrm{I}}' > 10 \text{ cycle}$$

「カハマス」[6] *Salvelinus fontinalis*；$V = 20$ cm/sec，$k_1 = 10$ %，$\therefore f_{\mathrm{I}} \geqq \frac{200}{L}$. 成魚では $L = 50$ cm として $f_{\mathrm{I}} \geqq 40$ であるが一年魚（$L' = 20$ cm）以下の幼魚を誘導の対象より除くためには $f_{\mathrm{I}}' < 10$ となり

$$10 \text{ cycle} > f_{\mathrm{I}}' \geqq 4 \text{ cycle}$$

V.—2. 麻痺捕殺の場合：適当な電極配置で麻痺域巾 $d_1 = 1000$ cm，感電域巾 $d_2 = 750$ cm となつている電気網の中へイルカが $V = 500$ cm/sec の游泳速度で突入する場合には ⑥ 式より

$$\frac{2}{3}\ \text{cycle} > f_{II} > \frac{1}{2}\ \text{cycle}$$

即ち，6 秒間に 2 回から 3 回迄の電撃を掛ければよいことになる。海水のように比抵抗の小さい水中では感電域巾 d_2 が相当大きくなる筈だから，電極を多列にするなどの配慮を払つて d_1 を大きく採らなければならぬ。一般に f_{II} は f_I に比べて $\frac{1}{10}$～$\frac{1}{20}$ 程度になるものと推定される。

VI. 結　び

生物体に電気刺戟を与える際に，電流が組織に対して刺戟作用を呈するのは，電流の強度に変化がおこる時のみであると言われている。従つて直流平滑電流の使用は電力の点からみて不利と思われる。一方商業電力 60～ 交流では刺戟頻度 120 リズム として二刺戟間隔は約 0.008 秒であるから，神経や筋肉の不応期 (Refractory period) と考え合せると，2 回の刺戟で 1 回しか興奮しないという状態に近ずくことを知る。これまた電力の損失に他ならない。

然るに本論によつて導き出された実用周波数は 20 リズム 以下数リズムの程度であり，生理学上筋肉に完全強縮をおこさせる最小刺戟頻度といわれているリズム数に略々等しいものである。即ち，一刺戟電流の電圧と波形と通電時間とが与えられた時の，有効な最小電力を捕捉し得たものといい得る。この結論は，有効な最短通電時間を 10^{-4}～10^{-5} 秒にとり得ることを予想させる若干の知見と共に，従来淡水にしか活用されなかつた電気漁網を海洋へ大規模に利用できる可能性を，我々に示してくれるものである。

本報を結ぶにあたつて，研究の当初より終始御指導御鞭撻を賜つておる東北大学理学部永野爲武先生，電気刺戟に関して適切な御忠告を下さつた千葉大学医学部鈴木正夫先生並に動物生理に関して懇切に御指導下さつた鹿兒島大学農学部吉川微雄先生に対して深甚の謝意を表する次第である。

文　献

(1) 岡田：水產講習所報告 〔Vol. 24, No. 2, 5. 昭. 4〕〔Vol. 25, No. 1. 昭. 4〕陸水学雑誌 〔Vol. 1, No. 1. 昭. 6〕
田内；水產講習所報告 〔Vol. 27, No. 1. 昭. 7〕
田内，安田；水產講習所報告 〔Vol. 27, No. 2. 昭. 7〕
Mac. Millan: Bulletin of the Bureau of Fisheries 〔Document No. 1042, 1928〕
(2) 末広：動物生態学雑誌 〔昭. 11, 1.〕
(3) 岡田：水產講習所報告 〔Vol. 24, No. 2. 昭. 4〕
(4), (6) 三善，宮崎：水產学会誌 〔Vol. 10, No. 6. 昭. 17〕
(5) 岡部等：水產研究誌 〔Vol. 13, No. 12. 昭. 11〕水產試驗場報告 〔64 報. 昭. 14〕

（以　上）

昭和二十五年九月二十日印刷
昭和二十五年九月廿五日発行

第十六卷第四號

本號定價 80 圓
（送料別）

編集兼発行者 須藤俊造
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內

発行所 日本水產學會
東京都中央區月島三號地東海區水產研究所內

振替口座 東京 59529 番

印刷者 河原義隆
東京都杉並區清水町二一七

印刷所 河原印刷株式會社
東京都中央區日本橋兜町一ノ三
電話茅場町 (66) 3141—9

発賣所 大日本水產會
東京都中央區月島 3 號地
東海區水產研究所內